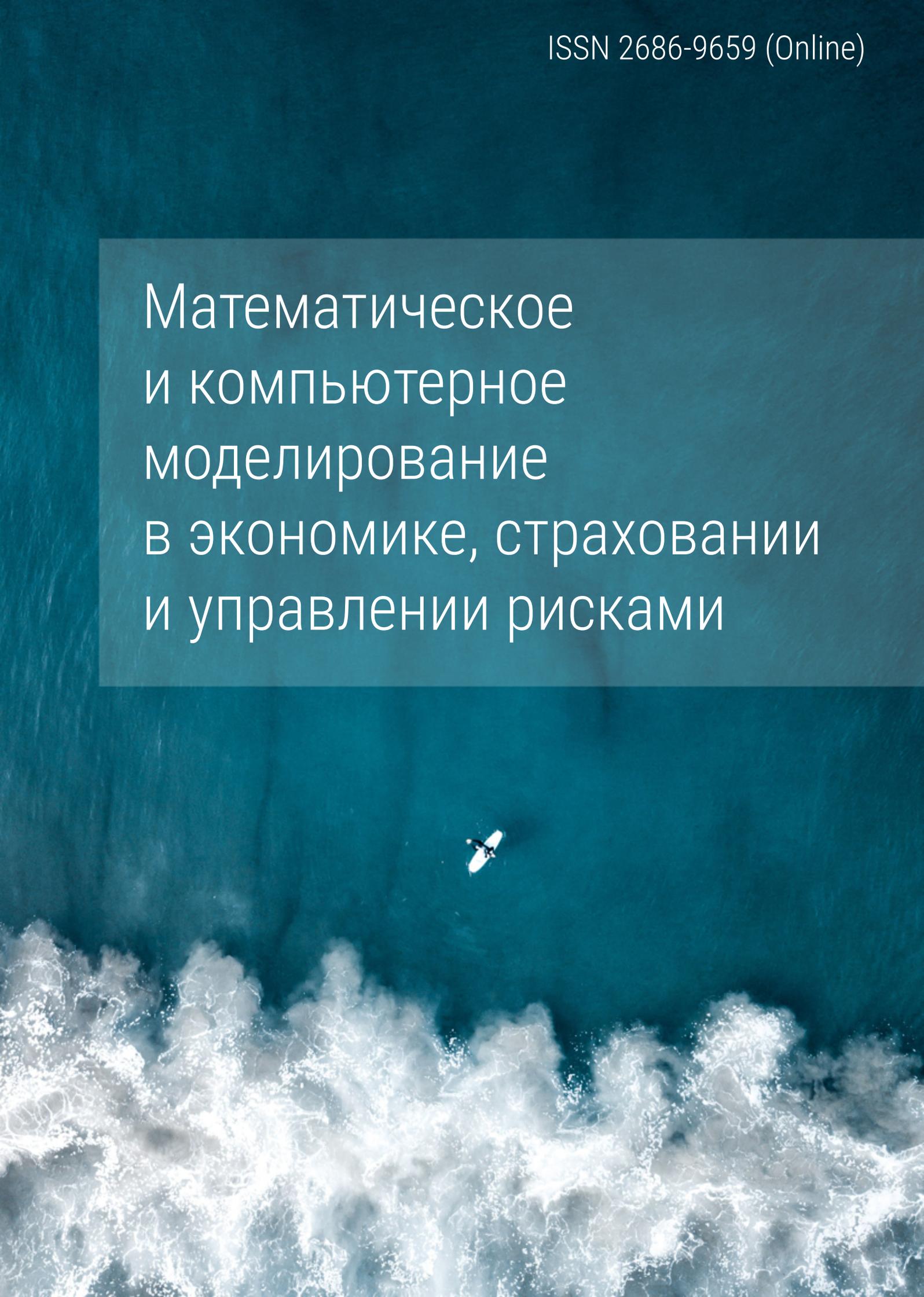


Математическое
и компьютерное
моделирование
в экономике, страховании
и управлении рисками



Саратовский национальный исследовательский государственный
университет им. Н. Г. Чернышевского
Центральный банк Российской Федерации
Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭКОНОМИКЕ,
СТРАХОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ**

Сборник статей

Выпуск 8

Материалы XII Международной научно-практической конференции
Саратов, 16–18 ноября 2023 г.

Саратов
2023

УДК [330.4:004](082)
ББК 65в6я43
М34

**Математическое и компьютерное моделирование в
М34 экономике, страховании и управлении рисками** : сборник статей /
редакционная коллегия: В. А. Балаш (ответственный редактор),
С. П. Сидоров (ответственный секретарь), С. И. Дудов. – Саратов :
Саратовский университет [издание], 2023. – Вып. 8: материалы XII
Международной научно-практической конференции (Саратов, 16–18
ноября 2023 г.). – 356 с. : ил. URL: <https://www.sgu.ru/research/nauchnye-izdaniya-sgu/prodolzhayushchiesya-izdaniya/matematiceskoe-i-kompyuternoe-modelirovanie-v/arhiv/sbornik-2023>. – Режим доступа:
Продолжающиеся издания СГУ на сайте www.sgu.ru.
ISSN 2686-9659 (Online). – Изображение. – Текст : электронный.

В сборнике представлены материалы XII Международной научно-практической конференции «Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками». Тематика статей затрагивает круг вопросов, связанных с экономико-математическим и компьютерным моделированием и управлением рисками в финансовой деятельности, страховании, банковском деле, инвестировании, государственном управлении экономикой, бизнес-информатике и других разделах экономико-математических знаний.

Для сотрудников банков, финансовых и страховых компаний, экономических отделов организаций, служб управления корпоративными рисками, научных работников, преподавателей и аспирантов.

Редакционная коллегия:

доктор экон. наук *В. А. Балаш* (ответственный редактор),
доктор физ.-мат. наук *С. П. Сидоров* (ответственный секретарь),
доктор физ.-мат. наук *С. И. Дудов*.

УДК [330.4 : 004](082)
ББК 65в6я43

*Работа издана в авторской редакции.
Все статьи сборника публикуются на условиях лицензии Creative Commons
Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)*

ISSN 2686-9659 (Online)

© Авторы статей, 2023
© Саратовский университет, 2023

Раздел 1
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАФОВЫХ
МОДЕЛЕЙ ГОРОДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМ
ПРИКЛАДНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

А. Л. Абрамов¹, Ю. Р. Горик¹, П. А. Строганов²

¹*Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия*

²*Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, Россия*
E-mail: abramov.al@dvfu.ru, gorik.iur@dvfu.ru, pstroganov@emtc.ru

В работе рассматриваются первичные графовые модели крупнейших городов мира и вычисляются основные их характеристики: количество вершин, количество ребер, среднюю степень вершины и вероятность формирования нового ребра. На их основе можно сформировать структуру экономических, информационных и других потоков, определяющие размещение людей, транспорта и товаров, лежащих в основе модели города как «сети сетей».

В дальнейшем предполагается рассмотреть модели роста городов на основе модели «Community Guided Attachment» и «Forest fire model», отражающих динамические свойства роста сетей, уменьшающийся эффективный диаметр сети и степенной закон уплотнения графа с течением времени.

Результаты, полученные в работе, базируются на теории случайных графов, программно-технического комплекса прикладного искусственного интеллекта BAUM AI и реализованы на языке программирования Python на базе библиотек *OSMnx*, *igraph*, *pandas* и *matplotlib.pyplot*.

RESEARCH OF CITY GRAPH MODELS USING
APPLIED ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS

A. L. Abramov, I. R. Gorik, P. A. Stroganov

The paper examines primary graph models of the largest cities in the world and calculates their main characteristics: the number of vertices, the number of edges, the average degree of a vertex and the probability of forming a new edge. On their basis, it is possible to form a structure of economic, information and other flows that determine the distribution of people, transport and goods that underlie the city model as a “network of networks”.

It is expected to consider urban growth models based on the “Community Guided Attachment” and “Forest fire model” models, reflecting the dynamic properties of network growth, the decreasing effective network diameter and the power law of graph compaction over time.

The results obtained in the work are based on the theory of random graphs, applied artificial intelligence BAUM AI and implemented in the Python programming language based on the *OSMnx*, *igraph*, *pandas* and *matplotlib.pyplot* libraries.

Исторически сложилось, что исследование развития сложных сетей началось с практического изучения, поиска различных свойств, закономерностей,

подтверждения или опровержения их существования. Исследование такого рода, в частности, обычно проводится в двух основных направлениях: измерение сетей большой размерности и развитие моделей случайных графов, которые отображают наблюдаемые в реальных сетях свойства [1].

К таким объектам относятся и города, которые представляются как сети вершин, связанных между ними экономическими, финансовыми, транспортными, информационными и другими потоками, на которой решаются задачи размещения социальной, экономической, производственной, транспортной, инженерной, энергетической инфраструктуры, задачи размещения служб первой и не первой необходимости и т.д. Таким образом, любой город представляется как сеть расселения жителей, различных инфраструктур, также взаимодействующих между собой, т.е. представительства виде «сети сетей», или сложной сети существенных городских элементов, которая образует определенную иерархию [2]. На нижнем уровне располагается первичный граф, в котором вершины и ребра являются элементами, расположенными в пространстве, снабжённом определенной метрикой [3]. Такие графы, могут отображать как геометрические, так и топологические свойства реальной системы расселения, мест приложения сил, уличной сети и др.

Под первичной графовой моделью города (ПГМГ) будем понимать пару множеств $G=(V, E)$, где V это множество вершин, в нашем случае перекрестков, которые связаны друг с другом набором ребер E , т.е. отрезками улиц, соединяющих перекрестки.

К настоящему времени появилось множество технологий, позволяющих строить и исследовать ПГМГ. В данной статье для построения моделей крупнейших мировых городов, как первичных сетей был использован программно-технический комплекс BAUM AI, который предназначен для обработки структурированных и неструктурированных массивов данных и обучения моделей искусственного интеллекта для задач создания баз знаний, предиктивной аналитике и решения задач размещения в народном хозяйстве [4].

В качестве данных была использованы данные OpenStreetMap (OSM) – совместного картографического проекта, т.е. база данных с открытым исходным кодом, которая предоставляет данные об улицах, перекрестках, и других пространственных объектах городов мира [5].

Ниже приводится код программы, написанный на языке программирования Python, который строит первичные графовые модели крупнейших городов мира (рис.1), а также вычисляет основные характеристики ПГМГ (табл. 1): количество вершин, количество ребер, среднюю степень вершины и вероятность формирования нового ребра [6].

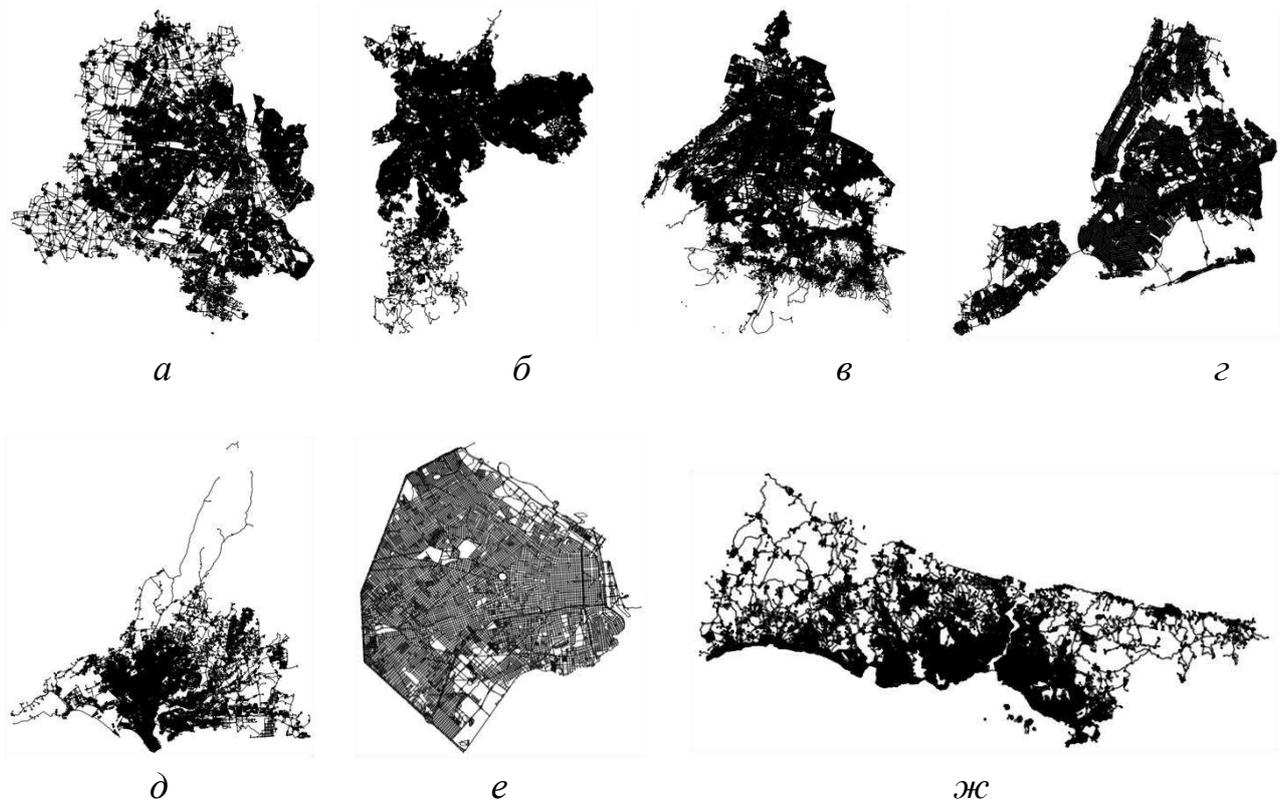
```
import osmnx as ox
import matplotlib.pyplot as plt
import igraph as ig
from igraph import Graph
import pandas as pd
cites = ['Delhi', 'Sao Paulo', 'Mexico City', 'New York', 'Karachi Division',
```

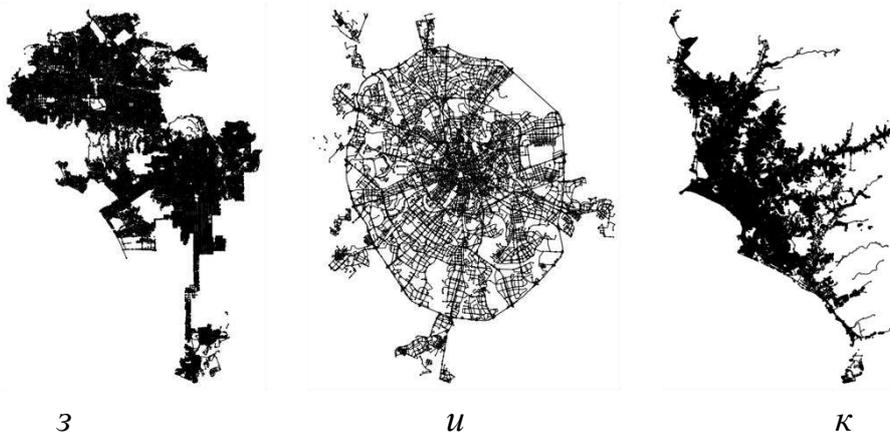
```

'Buenos Aires', 'Istanbul', 'Los Angeles', 'Moscow', 'Lima']
for i in range (len(cites)):
    G = ox.graph_from_place(cites[i], retain_all = True, simplify = True, network_type = 'drive')
    fig, ax = ox.plot_graph(G, bgcolor = 'w', node_color = "k", node_size = 3,
        edge_color = "g", edge_linewidth = 1)
    name = cites[i] + '.graphml'
    ox.save_graphml(G, 'Cities172_graphml/{ }'.format(name))
    name = cites[i] + '.png'
    fig.savefig('Cities172_png/{ }'.format(name), dpi = 150, bbox_inches = 'tight',
        facecolor = fig.get_facecolor(), transparent = False)
    nod[i] = len(G.nodes)
    edg[i] = len(G.edges)
    avg[i] = ox.stats.streets_per_node_avg(G)
    counts = ox.stats.streets_per_node_counts(G)
    print (cites[i], "\n Количество вершин каждой степени =", counts)
    plt.bar(list(counts.keys()), counts.values(), color = 'g')
    plt.show()
df = pd.DataFrame({'Name': cites, 'Nodes': nod, 'Edges': edg, 'Avg': avg})
df.to_excel('./GRAPH.xlsx', index = False)

```

Данный код также строит гистограммы для лучшего восприятия распределения степеней вершин ПГМГ.





Графовые модели крупнейших городов мира: *a* – Дели, *б* – Сан-Паулу, *в* – Мехико, *г* – Нью-Йорк, *д* – Карачи, *е* – Буэнос-Айрес, *ж* – Стамбул, *з* – Лос-Анджелес, *и* – Москва, *к* – Лима

Первичные данные ПГМГ

Название	Население (млн чел.)	Количество вершин	Количество ребер	Средняя степень вершины
Дели	28,514	187481	514953	2,8862
Сан-Паулу	21,650	121808	302808	2,9281
Мехико	21,581	125414	295363	2,7936
Нью-Йорк	18,819	55416	139862	3,3183
Карачи	15,400	168150	472946	2,9762
Буэнос-Айрес	14,967	17873	37593	3,5482
Стамбул	14,751	193357	513759	2,9594
Лос-Анджелес	12,458	52317	143481	2,9481
Москва	12,410	17739	36723	3,0389
Лима	10,391	147302	392809	3,0024

В дальнейшем предполагается для полученных ПГМГ крупнейших городов мира проведение анализа их роста.

Большинство исследований в этом направлении основывается на использовании двух основополагающих параметров: степени вершин и расстоянии между двумя вершинами, которые связаны с понятиями диаметра и среднего расстояния между вершинами.

Все большие сети в реальном мире, в том числе ПГМГ изменяются с течением времени, в них появляются и исчезают новые вершины и ребра. В большинстве моделей, описывающих развитие сетей, рассматривается процесс роста, который основывается на двух предположениях:

1) Среднее значение степени вершины сети с течением времени остается постоянной, а количество ребер растет линейно в зависимости от количества вершин.

2) Диаметр графа растет медленно с течением времени.

Например, таким предположениям отвечает модель предпочтительного соединения, в которой каждая вершина формирует фиксированное количество ребер по правилу «богатый получает больше».

Для исследования роста ПГМГ в дальнейшем планируется использовать модель «Community Guided Attachment» и «Forest fire model», которые отражают свойства сокращающегося эффективного диаметра с течением времени и степенного закона распределения степеней вершин [7, 8, 9].

Заключение. В работе были сформированы первичные графовые модели крупнейших городов мира и найдены их основные характеристики, позволяющие сформировать структуру различных материальных и информационных потоков, лежащих в основе модели города как «сети сетей». Модели подобных структур рассматриваются в теории сложных сетей.

Таким образом, крупные города представляют собой сложные, адаптивные системы, развивающиеся с высокой стохастичной составляющей, зависящей от траектории предшествующего развития.

В дальнейшем будут рассмотрены модели роста сложных сетей, которые могли бы описать рост ПГМГ. Для этого предполагается применить модели «Community Guided Attachment» и «Forest fire model», отражающие динамические свойства роста сетей, уменьшающийся эффективный диаметр сети и степенной закон уплотнения графа с течением времени.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и образования Российской Федерации и достижения результатов федерального проекта «Передовые инженерные школы» (№ 075-15-2022-1143 от 07.07.2022 г.) в рамках соглашения, заключенного ПИШ ИББиПС ДВФУ и МГТУ им. Н.Э. Баумана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Abramov A. L., Velichko A. S., Kozlovkaya A. K., Drekko E. V., Anoshkina M. A., Molochkova M. A. Graph models of complex networks // The 32nd International Conference of the Jangjeon Mathematical Society. [Электронный ресурс]. URL: DOI dx.doi.org/10.24866/7444-4647-5. 2019. Vol. 76 (6). P. 5-8. (дата обращения: 10.09.2023).
2. Liu X., Derudder B., Witlox F., Hoyler M. Cities As Networks within Networks of Cities: The Evolution of the City. Firm-Duality in the World City Network, 2000-2010 // Journal of Economic and Human Geography. 2014. Vol. 105. Is. 4. P. 465-482.
3. Абрамов А. Л., Пугач П. А. Графовые модели городов // Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками. 2021. № 6. С. 3-7.
4. База знаний BAUM AI // МГТУ им. Н.Э. Баумана. [Электронный ресурс]. URL: https://bmstu.ru/news/bauman_ai (дата обращения: 10.09.2023).
5. Документация OSMnx. [Электронный ресурс]. URL: <https://osmnx.readthedocs.io/en/stable/osmnx.html> (дата обращения: 10.09.2023).
6. Список крупнейших городов. [Электронный ресурс]. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.4c0e02d7-64aa8e30-e77851d8-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/List_of_largest_cities (дата обращения: 10.09.2023).
7. Newman M. Networks: an introduction // United States : Oxford University Press Inc., New York. 2010. P. 560.
8. Райгородский А. М. Модели случайных графов и их применения // Труды МФТИ. 2010. Т. 2. № 4: С. 130-140.
9. Jackson M. O. Social and economic networks / Princeton: Princeton University Press. 2008. p. 680.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИКЛАДНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПОИСКА К КРАТЧАЙШИХ ПУТЕЙ В ГОРОДЕ

А. Л. Абрамов¹, П. А. Пугач², В. С. Тынченко³

¹Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

²Российская таможенная академия, Владивостокский филиал, Россия

³Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Россия

E-mail: abramov.al@dvfu.ru, 679097@mail.ru, vadimond@mail.ru

В работе рассмотрена программная реализация модуля в программно-техническом комплексе прикладного искусственного интеллекта BAUM AI PLATFORM, позволяющего построить первичную графовую модель города с помощью библиотеки языка python с открытым исходным кодом OSMnx, и решить задачу поиска K кратчайших путей между заданными начальной и конечной вершинами (адресами в городе) с помощью алгоритма двойного поиска.

USING APPLIED ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO SEARCH K SHORTEST PATHS IN A CITY

A. L. Abramov, P. A. Pugach, V. S. Tynchenko

The paper discusses the software implementation of the module in the software and hardware complex of applied artificial intelligence BAUM AI PLATFORM, which allows you to build a primary graph model of the city using the python language library with open source code OSMnx, and solve the problem of finding K - shortest paths between given initial and final vertices (addresses in the city) using a double search algorithm.

Любой город можно представить в виде сети, в которой решаются различные вопросы: размещение социальной, экономической, транспортной, производственной и энергетической инфраструктуры; расположение служб первой и другой необходимости; оценки стоимости земли и недвижимости [1].

Следовательно, пространство регионов и страны также можно смоделировать как «сеть сетей», в которой каждый отдельный город моделируется собственной сетью. Математические модели подобных пространственных структур рассматриваются в теории сложных сетей. В отношении городов модель сложной сети образует определенную иерархию, на нижнем уровне которой располагается первичный граф, отображающий уличные сети [2].

Одна из основных целей программы «Умный город» – комплексное повышение эффективности городской инфраструктуры [3]. Для её реализации, нужен доступный инструмент позволяющий получать данные в режиме реального времени о ситуации в городе, сетях, строить прогнозы, содержащие все этапы конвейера обработки данных. Одним из вариантов решения данной проблемы является использование no-code технологий, позволяющей аналитикам работать без прямого кодирования, создавая пайплайны анализа данных в реальном времени используя блок-схемы в нотации BPMN 2.0.

Для реализации данного подхода используется программно-технический комплекс BAUM AI PLATFORM, предназначенный для обработки данных любого типа, как структурированных, так и неструктурированных, который позволяет строить модели для решения задач предиктивной аналитики в различных сферах деятельности, платформа позволяет выполнять полный цикл data science. Модуль BAUM AI – это конструктор, на основе которого можно создавать модели искусственного интеллекта или использовать уже предобученные модели без прямого кодирования [4].

Постановка задачи. К настоящему моменту реализовано построение первичной графовой модели города (ПГМГ) и алгоритм поиска k кратчайших путей (КП) между любой парой адресов в городе в соответствии с внутренними требованиями платформы BAUM AI.

Первичная графовая модель города строилась с помощью библиотеки языка python с открытым исходным кодом OSMnx [1].

Задача построения k кратчайших путей заключается в следующем: дан связный ориентированный взвешенный граф G . Задача о поиске наикратчайшего пути состоит в том, чтобы найти подграф G_{st} , включающий наикратчайшие пути от заданной вершины V_s до вершины V_t , при этом сумма весов ребер должна быть минимальна. Данная постановка задачи формально описывается следующим образом:

$$\varphi : G = (V, A) \rightarrow \left[G_{st} = (V_{st}, A_{st}) \mid V_s, V_t \in V, \sum_{\substack{l \in V_{st} \\ l \in \{1, 2, \dots, m\}}} c_l^{st} \rightarrow \min \right]$$

Во многих случаях требуется знать не только кратчайшие пути между двумя заданными вершинами, но и вторые, третьи и т.д. по длине пути между этими же вершинами или всеми парами вершин. Такая ситуация возникает, например, когда необходимо объехать пробку или перевезти груз по тем транспортным путям, для которых провоз груза разрешен в связи с весовыми ограничениями по проезду мостов или высоте тунелей и т.д.

В этом случае задача поиска кратчайшего пути становится задачей о поиске K – КП между заданной вершиной и каждой из вершин графа, т.е. состоит в том, чтобы найти упорядоченное множество подграфов $\{G_s\}$, каждый из которых является подграфом, содержащим КП $1, 2 \dots K$ длины из вершины V_s в каждую из вершин графа G .

В данной статье описывается решение данной задачи с помощью алгоритм двойного поиска, который находит k кратчайших путей из некоторой фиксированной вершины ко всем остальным вершинам исходного графа.

Решение задачи с помощью программно-технического комплекса BAUM AI. Для решения задачи проведена разработка следующих функции (блоков пайплайна): «Загрузка графа», «Вычисление k кратчайших путей (КП) в графе», «Визуализация k кратчайших путей». Кроме того, для каждой функции написан соответствующий визуализирующий компонент – GUI, реализованный

в двух частях: GUI_dict – присутствует в заключительной части тела только тех функций, которые предоставляют пользователю в результате работы функции визуальный материал в виде таблиц, рисунков или графиков; GUI.py – отдельный блок кода, который обеспечивает корректное отображение функции в виде блока на платформе. Этот блок оформляется для каждой функции и в дальнейшем при имплементации функции на платформу объединяется с общим GUI.py платформы путем добавления строк кода в общий код, который уже функционирует на платформе.

Функция «Загрузка графа» (блок «Источник данных»). Визуальное представление пользователю на платформе VAUM AI функции «Загрузка графа» (блок «Источник данных») проиллюстрировано на рис. 1.

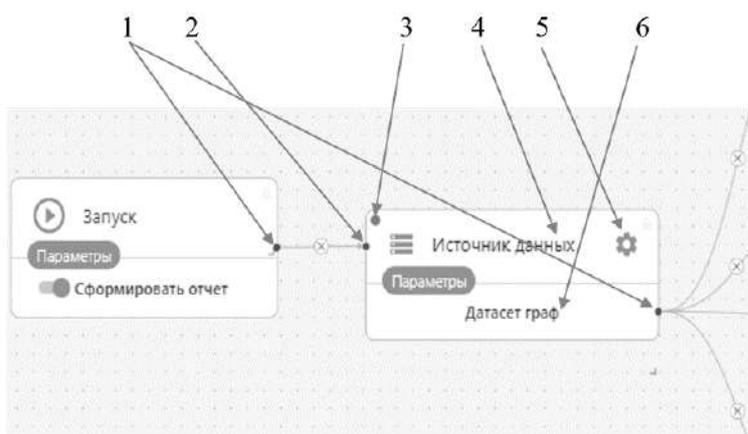


Рис. 1. Отображение пользователю функции «Загрузка графа» (блок «Источник данных») в пайплайне на платформе VAUM AI.

Обозначения: 1 – коннекторы для дальнейшего использования данных, полученных в результате работы функции; 2 – коннекторы для передачи входных параметров; 3 – индикатор корректного запуска блока (зелёный цвет – код корректен, красный цвет – код содержит ошибку); 4 – наименование блока; 5 – шестерёнка ввода пользовательских параметров для работы функции; 6 – Название данных, полученных в результате работы функции.

Блок «Запуск» обозначает начало блок-схемы и всегда является её первым и обязательным элементом, блок «Источник данных» – это второй и обязательный элемент любой блок схемы, именно он определяет какие данные будут использоваться при построении сценария.

Данная функция «Загрузка графа» предназначена для выбора файла для загрузки графа города в виде файла формата *.graphml и дальнейшего его преобразования в переменную graph_out с типом данных networkx.MultiDiGraph. В формате.graphml данные по каждой вершине графа города должны содержаться в следующем виде: {"type": "node", "id": 261690280, "lat": 43.760792, "lon": 131.9901532}, где "type": "node" означает тип объекта – вершина, "id": 261690280 – идентификационный номер вершины в формате данных int, "lat": 43.760792 – координата широты вершины в формате float, "lon": 131.9901532 – координата

долготы вершины в формате float.

На данном этапе пользователь платформы выбирает файл графа города, анализ которого в дальнейшем хочет провести с помощью пайплайна на платформе VAUM AI.

Функция «Вычисление k кратчайших путей в графе» реализована в виде блока процесса «Кратчайшие пути» представленный на рис. 2. Функция предлагает пользователю возможность определить k кратчайших путей между парой заданных пользователем вершин в графе города.

Блок «Процесс» предназначен для выполнения операций над данными. Блок-схема пайплайна может содержать несколько элементов «Процесс», настроенных пользователем на выполнение различного функционала. Для запуска блока «Кратчайшие пути» кроме внутренних данных (переменная `graph_out` с типом данных `networkx.MultiDiGraph`), передаваемых из предыдущего блока «Загрузка графа», пользователь должен ввести следующий набор параметров, нажав на визуальный компонент блока «Шестеренка»: `graph_k_short_path` - количество маршрутов; `origin_node` – точка отправления; `destination_node` - точка прибытия.

В результате работы функции в систему возвращается переменная `routes_df` с типом данных `pd.DataFrame`, которая включает в себя вычисленные маршруты (каждый столбец датафрейма – это k -ый путь).

Используя функции на базе платформы VAUMAI, была создана рабочая область и создан дашборд для решения задачи поиска k кратчайших путей между двумя объектами города с использованием ПГМГ, что может являться стартовой точкой для решения более сложных графовых задач. Пайплайн для создания и валидации модели полностью представлен на рис. 2.

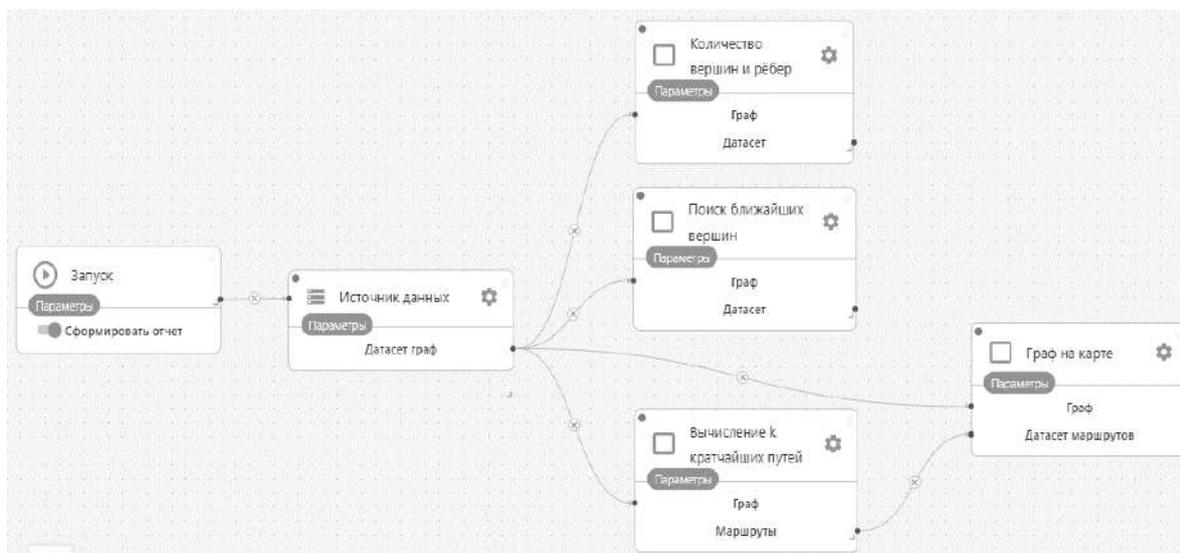


Рис. 2. Пайплайн для вычисления k кратчайших путей с помощью ПГМГ и их визуализации на платформе VAUM AI

Функция «Визуализация k кратчайших путей» также реализованная в виде

блока «Процесс», предоставляет пользователю возможность визуализировать результат работы предыдущего блока, выводя найденные k кратчайших путей, т.е. возвращается изображение «Кратчайшие пути в графе», включающее в себя граф города и k кратчайших путей между парой заданных вершин в графе города, представленных на рис. 3.



Рис. 3. Блок процесса «Кратчайшие пути», визуализация k кратчайших путей» в пайплоне на платформе VAUM AI на примере города Уссурийск (Приморский край)

Заключение. Будущее современной аналитики, основанной на технологиях data science и data mining, это системы позволяющие пользователям строить свои процессы обработки данных с по технологиям no-code (совсем без кода) и low-code (с малой долей кода), потому что они «демократизируют» аналитику, эксперты и учёные не владеющие навыками программирования, получают доступ к инструментам и методам, необходимым для принятия решений на основе данных.

Технология обучения программного аппаратного комплекса VAUM AI позволила для разработанной первичной графовой модели города Уссурийска (Приморский край) создать алгоритм нахождения k кратчайших путей, основанный на идеи двойного поиска, и решить задачу поиска произвольного количества кратчайших путей между заданной начальной и конечной точкой на территории города.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и образования Российской Федерации и достижения результатов федерального проекта «Передовые инженерные школы» (№ 075-15-2022-1143 от 07.07.2022) в рамках соглашения, заключенного ПИШИББиПС ДВФУ и МГТУ им. Н.Э. Баумана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абрамов А. Л., Пугач П. А., Графовые модели городов // Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками. 2021. № 6. С. 3-7.*
2. *Liu X., Derudder B., Witlox F., Hoyler M. Cities As Networks within Networks of Cities: The Evolution of the City. Firm-Duality in the World City Network, 2000-2010 // Journal of Economic and Human Geography. 2014. Vol.105. Is. 4. P. 465-482.*
3. *Проект Цифровизации городского хозяйства «Умный город». [Электронный ресурс].*

URL: <https://minstroyrf.gov.ru/trades/gorodskaya-sreda/proekt-tsifrovizatsii-gorodskogo-khozyaystva-umnoy-gorod/> (дата обращения: 10.09.2023).

4. БАУМ АІ. [Электронный ресурс]. URL: <https://bauminform.ru/ai/platform> (дата обращения: 10.09.2023).

МОДЕЛЬ ПРОФИЛИРОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАРКЕТИНГОВОЙ СТРАТЕГИИ МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ КЛИНИКИ

Л. И. Алибалаева¹, В. М. Савинова¹, А. Д. Субботина¹, Ф. И. Османова²

¹Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, Москва, Россия

²Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы, Москва, Россия

E-mail: alibalaeva.li@rea.ru

В статье приведены результаты анализа базы пациентов стоматологической клиники с использованием интеллектуальных методов для разработки эффективной маркетинговой стратегии. Разработан ансамбль моделей на базе кластеризации и ассоциативных правил, который позволил определить наиболее востребованные услуги и профиль клиентов. Результаты исследования показали, что использование цифровых технологий увеличивает эффективность маркетинговых кампаний, и повышает уровень удовлетворенности клиентов.

THE DENTAL CLINIC MARKETING ACTIVITY EFFICIENCY INCREASING BY DEVELOPING THE PATIENT PROFILING MODEL ENSEMBLE BASED ON CLUSTERING AND ASSOCIATIVE RULES

L. I. Alibalaeva, V. M. Savinova, A. D. Subbotina, F. I. Osmanova

The article presents the results of the analysis of the patient base of the dental clinic using intelligent methods to develop an effective marketing strategy. An ensemble of models based on clustering and associative rules has been developed, which made it possible to determine the most popular services and customer profile. The results of the study showed that the use of digital technologies increases the effectiveness of marketing campaigns, and increases the level of customer satisfaction.

Эффективное изучение целевой аудитории, выявление их потребностей и приоритетов является важным аспектом деятельности медицинских организаций независимо от организационно-правовой формы. Клиентоориентированность стала краеугольным камнем как на государственных медучреждениях, так и в частных клиниках, ввиду высокой конкуренции в этой сфере [1, 2]. Взаимодействие с клиентом начинается от момента его знакомства с клиникой и продолжается путем индивидуальных предложений после оказания услуги. Таким образом, наиболее распространенным и эффективным методом изучения поведения потребителей является их профилирование.

Профилирование клиентов как правило реализуется путем анализа клиентской базы и сегментирования ее на группы похожих по определенным признакам. Часто это делается на основе социо-антропометрических данных [3, 4].

Изучение поведения потребителей является обширной областью маркетинга, включающей в себя различные модели, методы и инструменты исследования, в том числе сегментирование. Применение маркетинговых инструментов в медицинских организациях, в том числе методы сегментации медицинских услуг и их анализ с использованием интеллектуальных методов рассмотрены в

работах Будко В.С, Стоянова А.К., Гузенко А.Г., Савельевой Н.А., Белова М.П., Подвесовского А.Г., Рапакова Г.Г. [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11], но данные работы ограничены рассмотрением отдельных моделей и методов, не учитывая их возможное использование в практике в маркетинговой деятельности организации.

Теоретико-методологической базой исследования явилось использование ансамбля методов кластеризации и ассоциативных правил. В данной работе предлагается реализация интеллектуальной модели профилирования, разрабатываемой на основе не только социологических и антропометрических данных, но и на основе прошлого опыта потребителей и их потребностей в медицинских манипуляциях. Такой подход позволит выявить скрытые, нетривиальные зависимости, рассматривая потребности рынка потребителей медицинских услуг комплексно, что выделяет научную новизну проведенного исследования.

Аналитической базой исследования явились данные стоматологической клиники г. Москвы «Центр современной стоматологии ИЛЬФА».

Первичный разведочный анализ данных показал необходимость разбивки исходных данных по возрасту. Среди пациентов был выделен сегмент взрослого населения. Описательная статистика выявила, что средний возраст пациентов составляет 36 лет. Выделены наиболее востребованные услуги.

Для проведения кластеризации на основе прошлого опыта клиентской базы был выбран метод k -средних, который позволил выявить группы пациентов на основе как их социо-антропометрических данных, но и оказанных им услуг.

Произведена нормализация данных перед использованием в модели машинного обучения, к столбцу с услугами применена предобработка для дальнейшей векторизации, которая нужна для того, чтобы привести строковые значения, в данном случае услуги, в числовые [12].

Экспертным путем было решено использовать 4 кластера, так как такое количество кластеров было заявлено заказчиком и также в случае профилирования клиентов кластеры будут более информативными. Следовательно, проводится метод кластеризации алгоритмом k -средних с 4 кластерами (рис. 1):

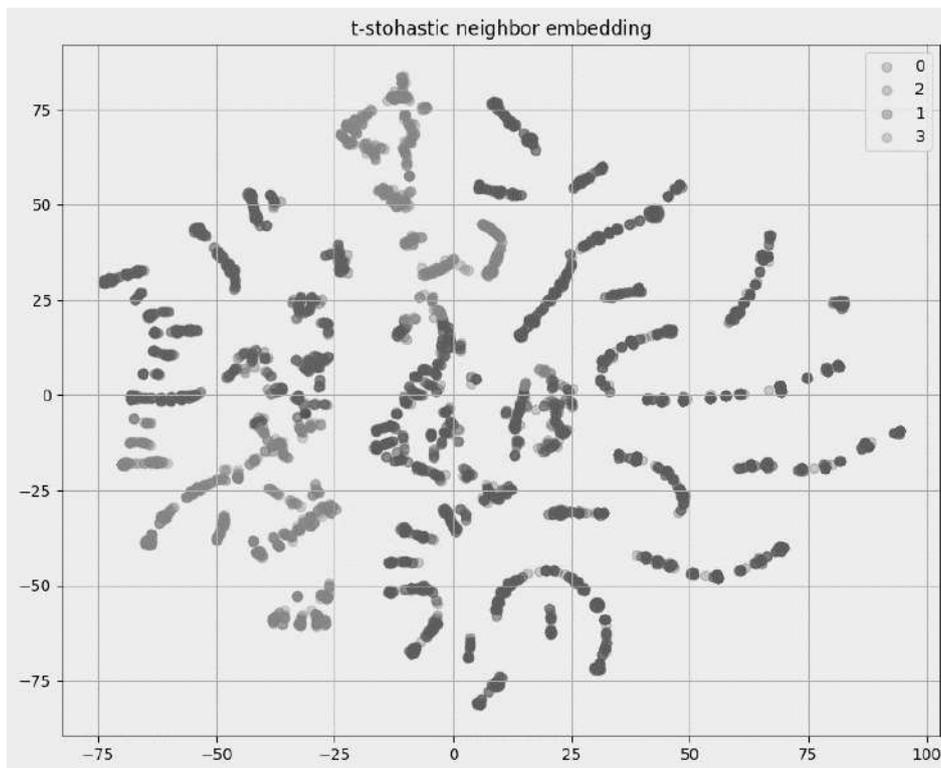


Рис. 1. Результаты кластеризации пациентов методом k-средних с использованием 4 кластеров

Следующим этапом исследования явилось построение модели ассоциативных правил на основе потребительских корзин пациентов. Особенности выявления ассоциативных правил в сфере медицинских услуг является то, что такие услуги зачастую не зависят от пожеланий и личных предпочтений пациентов, а являются его потребностью с точки зрения медицинских предписаний, планов лечений, и их оказание распределено во времени в несколько визитов.

Следующим шагом рассмотрены так называемые потребительские корзины пациентов. А именно перечни услуг, которым пользовались отдельные пациенты, и применение к ним методов выявления ассоциативных правил и наиболее частых наборов услуг, пользующихся спросом в рамках услуг отдельно взятых пациентов.

Для непосредственной работы с ассоциативными правилами данные были преобразованы в матрицу True – False, где строки – это транзакции (корзины), а столбцы – услуги. Для анализа алгоритмом Apriori использована библиотека Mlxtend.

Одно из выявленных правил показывает, что лечение глубокого кариеса является наиболее часто встречающимся элементом набора данных. Так же данные показывают, что комбинация гигиена полости рта и лечение различного рода кариеса является наиболее часто встречающейся комбинацией (рис. 2).

	support	itemsets	length
88	0.081556	(гигиена полости рта, лечение глубокого кариес...	3
89	0.072773	(гигиена полости рта, ортопантомография, лечен...	3
92	0.072773	(гигиена полости рта, ортопантомография, лечен...	3

Рис. 2. Примеры ассоциативных правил по наборам стоматологических услуг

Анализ ассоциативных правил может помочь клиникам оптимизировать свой ассортимент услуг и предложений, чтобы удовлетворить потребности своих клиентов и повысить их лояльность. Кроме того, разработанный ансамбль моделей может быть использован для прогнозирования поведения потребителей медицинских услуг и определения наиболее эффективных маркетинговых стратегий для каждой сегментированной группы. Это позволит клиникам улучшить свою конкурентоспособность на рынке медицинских услуг и привлечь больше клиентов.

Таким образом, использование методов машинного обучения и анализа данных в маркетинговой деятельности клиник является важным шагом к улучшению качества медицинских услуг и повышению уровня удовлетворенности пациентов.

Работа выполнена в рамках государственного задания в сфере научной деятельности Министерства науки и высшего образования РФ на тему «Модели, методы и алгоритмы искусственного интеллекта в задачах экономики для анализа и стилизации многомерных данных, прогнозирования временных рядов и проектирования рекомендательных систем», номер проекта FSSW-2023-0004.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства Москвы от 04.10.2011 г. № 461-ПП. (ред. от 29.03.2022). Об утверждении Государственной программы города Москвы «Развитие здравоохранения города Москвы (Столичное здравоохранение)». По материалам портала Открытый бюджет города Москвы. [Электронный ресурс]. URL: <https://budget.mos.ru/budget/gp/passports/0201> (дата обращения: 25.09.2023).
2. Пустынникова Е. В. Методика мониторинга конкурентоспособности медицинских организаций // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». 2021. Т. 15. № 3. С. 98-111.
3. Профилирование клиентов и управление потенциальными покупателями. [Электронный ресурс]. URL: <https://salesgu.ru/2016/09/30/profilirovanie-klientov-i-upravlenie-potencialnymi-rokupatelyami/> (дата обращения: 03.04.2023).
4. Профилирование клиентов и управление потенциальными покупателями. [Электронный ресурс]. URL: <https://salesgu.ru/2016/09/30/profilirovanie-klientov-i-upravlenie-potencialnymi-rokupatelyami/> (дата обращения: 03.04.2023).
5. Гузенко А. Г., Локша А. В. Алгоритм исследования потребительских предпочтений на рынке медицинских услуг // Маркетинг в России и за рубежом. 2022. № 6. С. 62-70.
6. Белов М. П., Распопов Д. А. Профилирование клиентов информационной системы, методами интеллектуального анализа данных // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. 2017. С. 69-73.

7. Савельева Н. А., Кармадонов А. В., Анопоченко Т. Ю., Топоров С. И., Пайтаева К. Т. Маркетинг в здравоохранении. Для студентов бакалавриата и магистратуры, обучающихся по направлениям подготовки, входящим в укрупненную группу «Экономика и управление» учеб. пособие. М. : Изд-во. «Дашков и К», 2020. 297 с.
8. Мамонтов С. А., Будко В. С. Идентификация сегментов потребителей медицинских услуг на основе кластерного анализа // Вестник Омского Университета. Серия: Экономика. 2022. Т. 20. № 1. С. 64-77.
9. Стоянов А. К. Применение рекуррентной нейронной сети для решения задачи кластеризации // Известия Томского политехнического университета. 2009. № 5. С. 144-149.
10. Подвесовский А. Г., Карпенко Е. В., Лагерева Д. Г., Бабуринов А. Н. Ансамбль моделей для интеллектуального анализа социологических данных // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2021. Т. 18. № 9 (207). С. 43-52.
11. Рапаков Г. Г., Горбунов В. А., Анкудинов В. Б., Ударатин А. В. Интеллектуальные технологии в оценке психосоциальных факторов медицинских активностей населения // Вестник Череповецкого Государственного Университета. 2021. № 5 (104). С. 35-45.
12. Gornitz N., Muller K. R., Nakajima S., Lima L. A., Kloft M. Support vector data descriptions and k-means clustering: one class? // IEEE Transactions. On Neural Networks and Learning Systems. 2018. Т. 29. Vol. 9. PP. 3994-4006.

МОДЕЛЬ СИСТЕМНОЙ ДИНАМИКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ В РМЭ

Л. П. Бакуменко, А. А. Федорова

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Россия
E-mail: lpbakum@mail.ru, fedalark@gmail.com

Для моделирования различных сценариев развития инфекции и оценки распространения COVID-19 в разных условиях была построена модель SEIR. Данная модель позволяет определить скорость распространения инфекции и прогнозировать возможные эпидемические вспышки. Предложенная модель может быть использована при планировании и оценке эффективности мер по борьбе с инфекционными заболеваниями и предотвращения их распространения. Модель построена на основе данных Министерства здравоохранения Республики Марий Эл.

MODEL OF SYSTEM DYNAMICS OF CORONAVIRUS INFECTION SPREAD IN RME

L. P. Bakumenko, A. A. Fedorova

A SEIR model was built to simulate different infection scenarios and assess the spread of COVID-19 in different conditions. This model allows us to determine the rate of spread of infection and predict possible epidemic outbreaks. The proposed model can be used in planning and assessing the effectiveness of measures to combat infectious diseases and prevent their spread. The model is built on the basis of data from the Ministry of Health of the Republic of Mari El.

Моделирование распространения коронавирусной инфекцией играет огромную роль в борьбе с COVID-19, так как позволяет предотвратить угрожающие последствия пандемии. Моделирование также может помочь обществу разработать и внедрить более точные меры контроля и мониторинга распространения инфекции, что позволит быстро реагировать на возможные вспышки заболевания и предотвратить их распространение [1].

Наиболее широкое распространение при анализе темпов развития вирусных эпидемий, в том числе и эпидемии COVID-19, получили модификации математических моделей типа SEIR [2]. Модель рассчитывается на основе комплексной системы дифференциальных уравнений, описывающих динамику перехода между четырьмя категориями:

Susceptible – восприимчивые к заражению люди, которые еще не были заражены вирусом, но могут заразиться от инфицированных людей.

Exposed – люди, находящиеся в латентной стадии заражения (они уже заражены, но еще не могут заражать других).

Infectious – люди в активной стадии заражения (они могут заражать других людей).

Recovered – выздоровевшие люди (они приобрели иммунитет к данному заболеванию).

В 2020 году в Базельском университете команда Ричарда Нейерома модифицировала модель SEIR с учетом специфики новой пандемии коронавируса. Доработанная модель включает концепцию так называемого эпидемического перехода. Другими словами, симуляция ведет себя совсем по-разному в зависимости от переменной R_0 . Каждый инфицированный человек может заразить несколько здоровых. R_0 показывает среднее количество людей, которое один инфицированный может заразить в период своей болезни. Если R_0 меньше единицы, эпидемия постепенно стихает, а если больше – экспоненциально растет. Как работает R_0 , зависит от конкретного вируса, процента населения, у которого вырабатывается иммунитет к вирусу, а также от мер, которые принимает население для сдерживания эпидемии.

Преимущества SEIR модели [3]:

1) Учет латентного периода инфицирования, что позволяет более точно предсказывать количество заболевших на будущее;

2) На основе данных модели можно проводить анализ различных сценариев для прогнозирования влияния данных мер на распространение инфекции.

Однако для построения более точных SEIR моделей требуется точная информация о контактах между людьми, вероятности передачи инфекции, которые могут различаться в разных регионах и на разных этапах пандемии. Кроме того, такие модели требуют значительных вычислительных мощностей.

Рассматриваемая модель распространения COVID-19 в Республике Марий Эл реализована в среде AnyLogic [5]. Модифицирована она с учетом некоторых особенностей, присущих именно эпидемии COVID-19. Основные параметры, включенные в данную модель, представлены в таблице.

Параметры классической модели распространения инфекции

Параметры	Значения
TotalPopulation (численность населения, чел)	671455
Infectivity (вероятность передачи инфекции)	0.6
ContactRateInfectious (среднее количество контактов у одного человека в день)	1,25
AverageIncubationTime (средний инкубационный период, дней)	10
AverageIllnessDuration (средняя длительность болезни, дней)	15

Процесс построения модели проходил следующим образом [4]:

1. На первом шаге в модель добавляются накопители: Susceptible, Exposed, Infectious и Recovered. Это четыре категории людей: восприимчивые, переносчики, инфицированные и выздоровевшие.

2. Далее добавляются потоки: ExposedRate, InfectiousRate и RecoveredRate,

соответствующие процессам инкубационного периода, заболевания и выздоровления.

3. На третьем шаге задаются параметры и зависимости: TotalPopulation, Infectivity, ContactRateInfectious, AverageIncubationTime, AverageIllnessDuration, соответствующие значениям начальной численности и коэффициентам перехода из одной категории в другую.

4. Далее необходимо добавить связь между параметрами и накопителями и задать потокам формулы.

Реализованная системно-динамическая модель распространения эпидемии представлена на рис. 1.

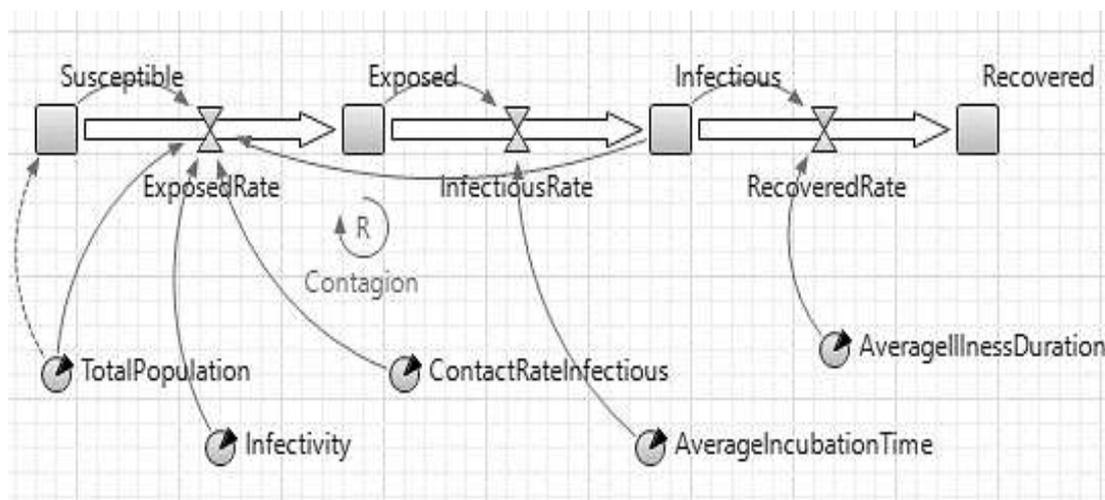


Рис. 1. Классическая модель распространения инфекции в Anylogic 8.8.2.

Данную имитационную модель можно преобразовать в аналитическую в виде следующей системы дифференциальных уравнений [5]:

$$\frac{dS(t)}{dt} = -\frac{\sigma p S(t)}{N} \quad (1)$$

$$\frac{dE(t)}{dt} = \frac{\sigma p S(t)}{N} - \frac{E(t)}{\lambda} \quad (2)$$

$$\frac{dI(t)}{dt} = \frac{E(t)}{\lambda} - \frac{I(t)}{a} \quad (3)$$

$$\frac{dR(t)}{dt} = \frac{I(t)}{a} \quad (4)$$

где $N = S + E + I + R$ – общее количество агентов;

σ – уровень контактов агентов;

p – вероятность заражения при контакте;

$S(t)$ – количество здоровых агентов, которые могут заразиться;

λ – продолжительность инкубационного периода;

$E(t)$ – количество латентных агентов;

a – средняя продолжительность болезни.

$I(t)$ – количество зараженных (в активной стадии);

$R(t)$ – количество выздоровевших агентов;

Построенная модель позволяет графически отображать зависимости переменных $S(t)$, $E(t)$, $I(t)$ и $R(t)$ от времени t [6]. Однако не все параметры совпадают в реальности с поведением моделируемого объекта. Поэтому для достижения достоверности результатов была произведена валидация значений параметров Infectivity и ContactRateInfectious на основе реальных данных. С помощью эксперимента калибровка в среде AnyLogic были подобраны такие параметры, которые наиболее точно совпадали с поведением моделируемого объекта в реальной жизни.

В качестве исторических данных для проведения эксперимента были выбраны ежедневные измерения количества заболевших COVID-19 в Республике Марий Эл за период со 2 апреля 2020 года по 15 мая 2023 года.

После многократного прогона модели с помощью описанного эксперимента были подобраны наиболее близкие к реальной ситуации новые комбинации значений параметров Infectivity и ContactRateInfectious, с помощью которых можно в динамике осуществлять мониторинг заболеваемости COVID-19 (рис. 2).

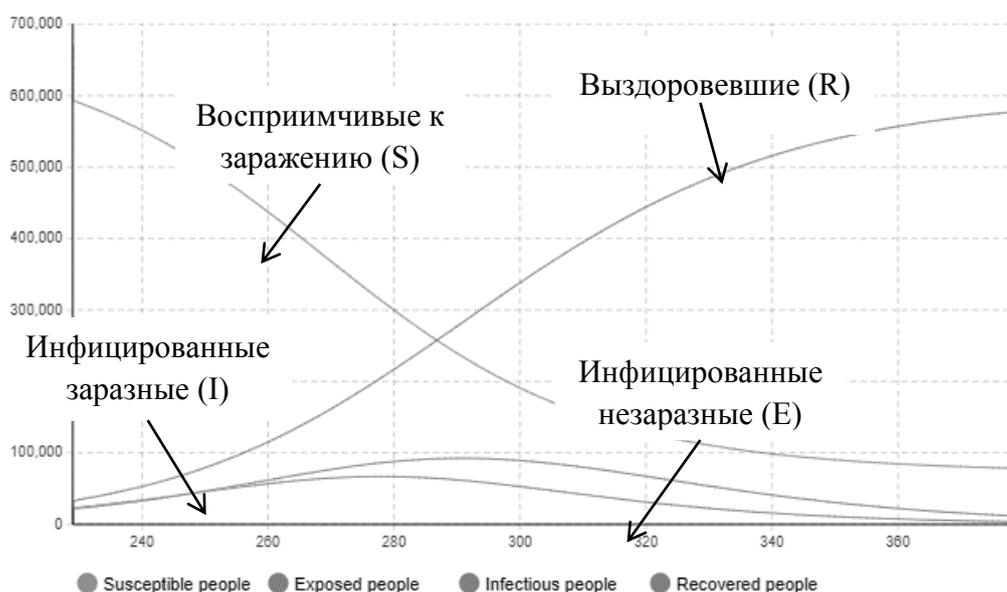


Рис. 2. Модель SEIR распространения коронавирусной инфекции в РМЭ

С помощью построенной модели можно смоделировать различные сценарии развития инфекции и оценить, как она будет быстро распространяться в разных условиях. Модель позволяет описать количество заболевших, а также предсказать как много людей нужно госпитализировать и насколько будет необходимым увеличение мощностей системы здравоохранения. Таким образом, модель SEIR является инструментом для планирования мер по борьбе с заболеванием, а также для прогнозирования эффективности этих мер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасименко, П. В. Моделирование и прогнозирование показателей динамики заболевания жителей регионов коронавирусом COVID-19 // Транспортные системы и технологии. 2020. Т. 6. № 4. С. 88-97. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-i-prognozirovanie-pokazateley-dinamiki-zabolevaniya-zhiteley-regionov-koronavirusom-covid-19> (дата обращения: 13.03.2023).
2. Матвеев А. В. Математическое моделирование оценки эффективности мер против распространения эпидемии COVID-19 // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2020. № 1 (29). С. 23-39. [Электронный ресурс]. URL: <https://futurepubl.ru/ru/nauka/article/37206/view> (дата обращения: 10.04.2023).
3. Жумартова Б. О. Применение SIR модели в моделировании эпидемий // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2021. 12-2 (63). [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-sir-modeli-v-modelirovanii-epidemiy> (дата обращения: 21.05.2023).
4. Балута В. И., Осипов В. П., Сивакова Т. В. Технология комплексного моделирования эпидемиологической обстановки // Научный сервис в сети Интернет. 2020. № 22. С. 68-79. [Электронный ресурс]. URL: <http://simulation.su/uploads/files/default/2020-baluta-osipov-sivakova.pdf> (дата обращения: 19.05.2023).
5. Бездетный Н. А. Зори С. А. Методы, технологии и средства для моделирования и симуляции распространения эпидемии вируса // Программная инженерия: методы и технологии разработки информационно-вычислительных систем: сборник научных трудов III Междун. науч.-практич. конф. 2020. Т. 2. С. 11-16. [Электронный ресурс]. URL: <https://masters.donntu.ru/2021/fisp/bezdetny/library/article1.htm> (дата обращения: 13.04.2023).
6. Соколовский В. Л., Фурман Г. Б., Полянская Д. А., Фурман Е. Г. Пространственно-временное моделирование эпидемии COVID-19 // Анализ риска здоровью. 2021. № 1. С. 23-37. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prostranstvenno-vremennoe-modelirovanie-epidemii-covid-19> (дата обращения: 20.05.2023).

ПОИСК ЭФФЕКТИВНОГО АЛГОРИТМА КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПРОТОВОКОЙ АДЕНОКАРЦИНОМЫ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ НА РАННИХ СТАДИЯХ

Ю. С. Борисова

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: jboris5873@yandex.ru

Как известно за последнее время в области искусственного интеллекта был сделан технологический прорыв, движущим фактором которого стали нейронные сети. Нейронные сети являются одним из разнообразного количества инструментов машинного обучения. Различают два вида машинное обучение: контролируемое и неконтролируемое, к последнему относятся кластеризацию. Кластеризацию используют как предварительный этап для других методов анализа, например, классификация или деревья решений, а также как самостоятельный инструмент анализа данных.

В данной работе для упрощения диагностики рака была применена кластеризация, являющаяся методом интеллектуального анализа данных, основная особенность которых заключается в установлении наличия и характера скрытых закономерностей. Протоковая аденокарцинома поджелудочной железы – одно из самых опасных и смертельных раковых заболеваний этого органа, поэтому ее диагностика на ранних стадиях сможет сократить смертность пациентов. Из этого следует, что чем точнее алгоритм распределяет данные на кластеры, тем лучше проводится прогнозирование биомаркеров как предикторов протоковой аденокарциномы поджелудочной железы.

В работе сравнивались такие алгоритмы кластеризации как иерархическая кластеризация, метод k-средних и DBSCAN с целью обнаружения наиболее точного и эффективного алгоритма. В ходе исследования было установлено, что метод k-средних является наиболее эффективным алгоритмом для диагностики протоковой аденокарциномы на ранних стадиях.

FINDING AN EFFECTIVE CLUSTERING ALGORITHM FOR DETECTING PANCREATIC DUCTAL ADENOCARCINOMA IN THE EARLY STAGES

J. S. Borisova

As we know, there has been a recent technological breakthrough in the field of artificial intelligence, driven by neural networks. Neural networks are one of the machine learning tools variety. There are two types of machine learning: supervised and unsupervised, the latter includes clustering. Clustering is used as a preliminary step for other analysis methods, such as classification or decision trees, or as a stand-alone data analysis tool. In this paper, clustering, which is a data mining technique whose main feature is to establish the presence and nature of hidden patterns, was applied to simplify cancer diagnosis. Pancreatic ductal adenocarcinoma is one of the most dangerous and deadly cancers of this organ, so its early diagnosis will be able to reduce the mortality of patients. It follows that the more accurately the algorithm distributes data into clusters, the better the prediction of biomarkers as predictors of pancreatic ductal adenocarcinoma. The paper compared clustering algorithms such as hierarchical clustering, k-means method and DBSCAN to find out the most accurate and efficient algorithm. The k-means method was found to be the most effective algorithm for early diagnosis of ductal adenocarcinoma.

Благодаря развитию медицины и технологий за последние 60 лет уровень смертности в мире упал в два раза и в 2021 году составлял около 8 смертей на 1 тыс. населения. Несмотря на это онкология занимает лидирующие позиции по количеству смертей в мире. По данным ВОЗ в 2020 году первое место по числу жизней, унесенных различными раковыми заболеваниями, число которых составило более 5,8 млн – занимают страны Азии. Второе место занимает Европа – 1,96 млн. В России от онкологии скончалось 291,5 тыс. человек.

Чаще всего рак диагностируется после 60 лет – самая большая группа заболевших (17,9%) приходится на возраст 65-69. По оценкам ВОЗ, каждый пятый мужчина и каждая шестая женщина на планете заболеют раком на каком-либо этапе жизни. В 2020 году онкологический диагноз был поставлен более чем 19 млн человек.

Протоковая аденокарцинома поджелудочной железы (PDAC) является наиболее распространенным неопластическим заболеванием поджелудочной железы, составляющим более 90% всех злокачественных опухолей этого органа. На сегодняшний день PDAC четвертая по частоте причина смертности от рака во всем мире. Средняя продолжительность жизни больных таким типом рака составляет 5-6 месяцев, и только 11% людей в Соединенных Штатах живут более 5 лет после установки диагноза [1]. В России каждый год число заболевших раком поджелудочной железы практически совпадает с числом умерших от него, что делает эту болезнь по-настоящему роковой.

Ранние симптомы неспецифичны и часто носят периодический характер, поэтому более 80% случаев диагностируются на поздних стадиях, когда опухоль уже распространилась локально или метастазировала в другие органы. Улучшение раннего выявления PDAC значительно повлияло бы на прогноз пациентов, поскольку сообщалось о выживаемости более 60% после случайной диагностики опухолей, когда они все еще ограничивались поджелудочной железой и были менее 2 см [2].

Клинические данные получены из нескольких центров: Банка тканей поджелудочной железы Barts, Университетского колледжа Лондона, Университета Ливерпуля, Испанского национального центра исследований рака, больницы Кембриджского университета и Белградского университета.

Ключевыми характеристиками являются четыре биомаркера анализа мочи: креатинин, LYVE1, REG1B и TFF1. Креатинин – это белок, часто используемый в качестве показателя функции почек. LYVE1 (рецептор 1 гиалуроновой кислоты эндотелия лимфатических сосудов) – белок, который может играть роль в метастазировании опухоли. REG1B – белок, связанный с регенерацией поджелудочной железы. TFF1 – фактор трилистника 1, связанный с регенерацией и восстановлением мочевыводящих путей [3].

Возраст и пол, включенные в набор данных, могут играть роль в выявлении рака поджелудочной железы. Набор данных включал также несколько других биомаркеров, которые, были собраны не у всех пациентов, поэтому в обработку данных не включались. В ходе исследования проводили анализ выбранных методов кластеризации: иерархической кластеризации, метода K-средних и

DBSCAN, с использованием языка Python.

Проведенная кластеризация была отображена на графиках распределения точек данных на кластеры. Анализ кластеров показал, что у определенных кластеров наблюдаемый максимум превышал норму креатинина в моче в 0,27-2,17 мг/мл. Однако повышенное содержание креатинина само по себе может сигнализировать о проблемах с мочевыводящими путями, в которые PDAC часто дает метастазы. Более красноречивым фактором является LYVE1. Его повышенное содержание в моче сигнализирует о распространении опухоли, так как LYVE-1 представляет собой рецептор клеточной поверхности на лимфатических эндотелиальных клетках.

Также некоторые кластеры, в которых предполагалось скопление данных о пациентах с карциномой, имели большой разброс значений REG1B. Семейство регенерирующих (Reg) белков, к которым относится REG1B, представляет собой группу лектиноподобных белков С-типа, обнаруженных у пациентов с панкреатитом и во время регенерации островков поджелудочной железы. Повышение уровня Reg1A и Reg1B наблюдается у пациентов по мере прогрессирования доброкачественного эпителия протоков от интраэпителиальной неоплазии поджелудочной железы (PanIN) до протоковой аденокарциномы. У пациентов с PDAC уровни Reg1A и Reg1B в сыворотке всегда значительно выше, чем у здоровых людей [4].

Такой же вывод был сделан и в отношении количества TFF1. Белки TFF1 выделяются клетками желудочно-кишечного тракта и участвуют в защите от повреждения его слизистой оболочки и ее последующем восстановлении. Стоит учесть, что в поджелудочной железе белки трилистника экспрессируются в основном в раковых или сильно поврежденных клетках.

Обобщая установленные в работе предположения на основе анализа графиков результатов кластеризации данных по раку поджелудочной железы было доказано качество кластеризации при помощи математических расчётов: скорректированного индекса Рэнда, коэффициента Силуэта.

Следует отметить, что индекс Рэнда оценивает, насколько много из тех пар элементов, которые находились в одном кластере, и тех пар элементов, которые находились в разных кластерах, сохранили это состояние после кластеризации. То есть эта метрика показывает, насколько результат кластеризации с помощью одного метода похож на результат кластеризации с помощью другого метода. В свою очередь коэффициент Силуэта показывает, насколько объект похож на свой кластер по сравнению с другими кластерами.

Таким образом, чем ближе значение коэффициента или индекса к 1, тем эффективней была проведена кластеризация.

На основании данных табл. 1 был сделан вывод, что результаты кластеризации с помощью K-средних похожи на результаты иерархической кластеризации больше чем на результаты DBSCAN, так как их индекс Рэнда равен 0,637. Значит DBSCAN точно не подходит на роль эффективного алгоритма для анализа медицинских данных биомаркеров рака поджелудочной железы. Были про-

ведены дальнейшие исследования и рассчитан коэффициент Силуэта, результаты которого показаны в табл. 2.

Таблица 1

Матрица результатов расчета индекса Рэнда

Алгоритм кластеризации	К-средних	Иерархическая	DBSCAN
К-средних	1	0,637	0,327
Иерархическая	0,637	1	0,177
DBSCAN	0,327	0,177	1

Таблица 2

Результаты расчета коэффициента Силуэта

Алгоритм кластеризации	Рак поджелудочной железы
К-средних	0,385
Иерархическая	0,341
DBSCAN	0,305

Из табл. 2 видно, что рассчитанный коэффициент Силуэта имеет наибольшее значение 0,385 у К-среднего, а это подтверждает результаты расчета индекса Рэнда.

Таким образом, для кластеризации данных скрининга протоковой аденокарциномы поджелудочной железы наиболее эффективным является алгоритм кластеризации К-средних.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Siegel R. L., Miller K. D., Fuchs H. E., Jemal A. Cancer statistics // *CA Cancer Journal for Clinicians*. 2022. № 72 (1). С. 7-33.
2. Orth M., Metzger P., Mayerle J. Pancreatic ductal adenocarcinoma: biological hallmarks, current status, and future perspectives of combined modality treatment approaches // *Radiation Oncology*. 2019. № 14 (1). С. 1-20.
3. Debernardi S., Blyuss O., Rycyk D., Srivastava K., Jeon C. Y. Urine biomarkers enable pancreatic cancer detection up to 2 years before diagnosis // *International Journal of Cancer*. 2023. № 152 (4). С. 769-780.
4. Debernardi S., O'Brien H., Algahmdi A. S., Crnogorac-Jurcevic T., Malats N., Stewart G. D. A combination of urinary biomarker panel and PancRISK score for earlier detection of pancreatic cancer: A case-control study // *PLoS Medicine*. 2020. № 17 (12).

МОДЕЛЬ ИНВЕСТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТРУКТУРЫ КАПИТАЛА КОМПАНИЙ

И. Ю. Выгодчикова¹, А. В. Трофименко²

¹*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*

²*Саратовский государственный технический университет им. Ю. А. Гагарина, Россия*
E-mail: VigodchikovaIY@info.sgu.ru, an111@mail.ru

Авторами статьи разработан математический инструментарий портфельного инвестирования российских инновационных предприятий. В основу модели заложены ключевые финансовые показатели структуры капитала компании и рентабельности собственных средств. Выбор показателей для построения модели обоснован глубоким и длительным обследованием компаний. В результате выбраны следующие ключевые показатели: отношение заимствований предприятия к собственным средствам, создающий риск нестабильности, а также рентабельности собственного капитала, создающий запас прочности на следующий год. Построена модель портфельного инвестирования по минимаксной оптимизационной задаче с учётом масштаба деятельности предприятий.

INVESTMENT MODEL BASED AT INDICATORS OF COMPANY CAPITAL STRUCTURE

I. Y. Vygodchikova, A. V. Trofimenko

In article were developed mathematical tools for portfolio investment to Russian innovative enterprises. The model is based at key financial indicators of company's capital structure and return on equity. The choice of indicators for constructing the model is justified by an in-depth and lengthy survey of companies. As a result, the following key indicators were selected: the ratio of the enterprise's borrowings to equity, which creates a risk of instability, as well as return on equity, which creates margin of safety for the next year. The portfolio investment model has been constructed using minimax optimization problem, taking into account the scale of enterprise activity.

Введение. Развитие инновационной экономики требует углубленного мониторинга предприятий, перспективных в плане получения прибыли [1]. Однако инновационная сфера бизнеса является наиболее затратной, поэтому инвестор должен иметь солидную гарантию, такую как высокая доля собственного капитала и приемлемая прибыль. Проблема состоит в том, сколько средств инвестор может вложить в ту или иную компанию из выделенного списка нескольких отобранных им компаний, чтобы сохранить сейчас и увеличить свои вложения в перспективе. Применение математических и инструментальных средств становится необходимым условием грамотного решения проблемы [2].

Цель статьи – создание модели инвестирования на основе структуры капитала инновационных предприятий.

Простейшая модель инвестирования. Начнём рассмотрение с простей-

шей модели, в которой используется единственный ключевой показатель – финансовый левередж, то есть отношение заёмного капитала (сумма краткосрочных и долгосрочных обязательств) к собственному капиталу (итога по разделу «Капитал и резервы» пассива баланса).

Данная модель применяется в следующих случаях:

- отсутствуют данные по доходности,
- среди инвестируемых компаний присутствует компания (или несколько компаний), у которой по итогам года чистая прибыль отсутствует (нулевая или получены убытки), но, при этом, инвестор не планирует отказываться от финансовых вложений в данную компанию.
- инвестор планирует вкладывать средства только в две компании.

Пусть V – риски (в данной статье - финансовый левередж), η – доходности (в статье – рентабельности собственного капитала), θ_i – неизвестные величины, обозначающие долю в портфеле инвестиций, которые требуется отыскать в результате решения задачи:

$$\Psi(\theta) = \max_{i=1, n} V_i \theta_i \rightarrow \min_{\theta \in D}, \quad (1)$$

$$D = \{ \theta = (\theta_1, \dots, \theta_n) \in R^n : \sum_{i=1}^n \theta_i = 1 \}. \quad (2)$$

Решение задачи (1)-(2) вычисляется по формулам (3):

$$\theta_i = 1 / (v V_i), i = \overline{1, n}, \quad (3)$$

где

$$v = \sum_{i=1}^n V_i^{-1}.$$

Корректировка решения по доходности. В качестве показателя доходности рассматривается рентабельность собственного капитала.

Корректировка решения (3) выполняется формулам (4):

$$\theta_i^* = \eta_i \theta_i \left(\sum_{k=1}^n \eta_k \theta_k \right)^{-1}, i = \overline{1, n}. \quad (4)$$

Если данные о доходности отсутствуют либо среди показателей доходности компаний присутствуют нулевые или отрицательные величины, то применение корректирующих формул (4) не представляется возможным.

В таком случае оптимальные доли инвестирования компаний, θ_i^* , будут совпадать с долями инвестирования θ_i , полученным по формулам (3).

Усовершенствованная модель инвестирования. Пусть выполняется следующее требование – более рискованному активу соответствует более высокая доходность:

$$\eta_1 > \dots > \eta_n, V_1 > \dots > V_n.$$

Пусть также задана доходность портфеля $\eta_p : \eta_1 > \eta_p > \eta_n$. Если инвестор

не имеет специальных предпочтений, в качестве доходности портфеля η_p целесообразно использовать среднюю доходность активов портфеля.

Сформулируем задачу с учётом доходности в ограничениях:

$$\Psi(\theta) = \max_{i=1, n} V_i \theta_i \rightarrow \min_{\theta \in \Omega}, \quad (5)$$

$$\Omega = \{ \theta = (\theta_1, \dots, \theta_n) \in R^n : \sum_{i=1}^n \theta_i = 1, \sum_{i=1}^n \eta_i \theta_i = \eta_p \}. \quad (6)$$

Введём в рассмотрение величины: $\gamma = \sum_{i=1}^n \eta_i V_i^{-1}$, $\eta_p^* = \gamma / \nu$. Тогда решение

задачи (5)-(6) можно найти путём логического анализа и калькуляций (η_p , требуемая инвестором доходность портфеля):

1) если $\eta_p = \eta_p^*$, то $\theta_i^* = 1 / (\nu V_i)$, $i = \overline{1, n}$

2) если $\eta_1 > \eta_p > \eta_p^*$, то $\theta_i^* = \frac{\eta_p - \eta_n}{V_i(\gamma - \eta_n \nu)}$, $i = \overline{1, n-1}$,

$$\theta_n^* = ((\eta_1 - \eta_p) / V_1 + \dots + (\eta_{n-1} - \eta_p) / V_{n-1}) / (\gamma - \eta_n \nu);$$

3) если $\eta_n < \eta_p < \eta_p^*$, то $\theta_i^* = \frac{\eta_p - \eta_1}{V_i(\gamma - \eta_1 \nu)}$, $i = \overline{2, n}$,

$$\theta_1^* = ((\eta_2 - \eta_p) / V_2 + \dots + (\eta_n - \eta_p) / V_n) / (\gamma - \eta_1 \nu).$$

Адаптация инвестиционного решения к размерам собственного капитала компаний. Пусть θ_i^* – оптимальные доли инвестирования в рассмотренных выше моделях и размер капитала инвестора составляют K .

Тогда объёмы инвестирования компаний в денежных единицах, вычисляются по формуле (7):

$$R_i^0 = K \cdot \theta_i, i = \overline{1, n}. \quad (7)$$

Пусть собственный капитал компании i превышает объём заимствований этой компании. Тогда обозначим через Δ_i разницу между объёмом собственного капитала компании i и объёмом заёмного капитала. В противном случае положим $\Delta_i = 0$.

Адаптация к размерам собственного капитала состоит в следующем:

- если для компании i выполняется неравенство $R_i^0 < \Delta_i$, $\Delta_i - R_i^0$, то объём инвестирования для компании i составляет: $R_i = R_i^0$, и данная компания i является претендентом на дополнительное инвестирование в объёме $\Delta_i - R_i^0$ в текущем году,

- если для компании i выполняется неравенство $R_i^0 \geq \Delta_i$, то объём инвестирования для компании i составляет: $R_i = \Delta_i$, и компания i выбывает из претендентов на дополнительное инвестирование в текущем году.

В результате у инвестора может остаться излишек инвестиционных средств, эти средства могут быть направлены на дополнительное инвестирование оставшихся (после выбытия из претендентов на дополнительное инвестирование) компаний, для этого строится новая модель, в состав которой входят оставшиеся (для дополнительного инвестирования) компании.

Процесс адаптации завершается, когда остаётся одна компания. Тогда либо все оставшиеся средства инвестор вкладывает в данную компанию, либо у него остаются не потраченные ресурсы, которыми инвестор распоряжается на своё усмотрение, к примеру, открывает вклад в банке на год.

Оптимальный капитал, не требующий пересмотра, для выбранного периода инвестирования, составляет:

$$K = \sum_{i=1}^n R_i . \quad (8)$$

Вычислительный эксперимент. Доли инвестирования вычислены по предложенной методике и резюмированы в таблице.

Доли инвестирования

Доля инвестирования (год)	Ламинированное стекло, Саратов	Нита-Фарм, Саратов	Биоамид, Саратов
Доля инвестирования 2015 (модель 1.)	0,93%	98,96%	0,10%
Доля инвестирования 2016 (модель 2.)	0,72%	84,32%	14,95%
Доля инвестирования 2017 (модель 2.)	0,60%	72,60%	26,80%
Доля инвестирования 2018 (модель 2.)	2%	54%	44%
Доля инвестирования 2019 (модель 2.)	0%	42%	58%
Доля инвестирования 2020 (модель 2.)	0%	60%	40%

Следует отметить, что существенное падение доли Нита-Фарм, рекомендуемое для инвестирования, прекратилось в 2019 г., поскольку крупный капитал позволил в эпоху Ковид-19 существенно увеличить обороты и достигнуть высокой прибыли.

Заключение. В целом проблема предприятий состоит в недостаточно сильной проработке со стороны математического аппарата финансовой аналитики. Предприятиям целесообразно использовать предложенную модель, а также выполнять динамический анализ параметров модели, которые являются важными показателями риска инвестиций и, с другой стороны, перспектив получения прибыли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Едронова В. Н. Методология финансового мониторинга: оценка национальных рисков // Финансы и кредит. 2016. № 16 (688). С. 27-39.
2. Выгодчикова И. Ю. Модель инвестирования в высокотехнологичные проекты с использованием иерархического подхода и критерия минимакса // Управление финансовыми рисками. 2020. № 3. С. 190-199.

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ НАГРУЗКИ ИНТЕРНЕТ-СОЕДИНЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЗАДАЧИ АППРОКСИМАЦИИ СЕГМЕНТНОЙ ФУНКЦИИ АЛГЕБРАИЧЕСКИМ ПОЛИНОМОМ ФИКСИРОВАННОЙ СТЕПЕНИ

И. Ю. Выгодчикова

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: pavlovni@info.sgu.ru, vyshkg@mrsu.ru

В статье представлен инструментарий, модель и метод оценки нагрузки интернет-соединения с использованием задачи аппроксимации сегментной функции алгебраическим полиномом фиксированной степени. Разработан алгоритм оценки нагрузки интернет-соединения на основе задачи аппроксимации сегментной функции алгебраическим полиномом фиксированной степени. Построена модель изменения уровня нагрузки по дням недели. Выполнена аппроксимация и оценка макета изменения нагрузки по дням недели. Обнаружена существенная зависимость уровня нагрузки интернет-сети от дня недели, получена качественная, с точки зрения корреляции с обследуемыми данными, модель процесса.

Целью статьи является построение модели и алгоритма нагрузки интернет-соединения с использованием задачи аппроксимации сегментной функции алгебраическим полиномом фиксированной степени.

THE ALGORITHM OF ESTIMATING THE LOAD OF INTERNET CONNECTION BASED AT PROBLEM OF APPROXIMATION SEGMENT FUNCTION BY ALGEBRAIC POLYNOMIAL OF FIXED DEGREE

I. Y. Vygodchikova

The article presents tools, model and method of estimating the Internet connection load using the problem of approximation a segment function by algebraic polynomial of fixed degree. An algorithm of estimating the Internet connection load is developed. Algorithm is based at problem of approximation the segment function by algebraic polynomial of fixed degree. A model of changing load levels by day of the week was built. The approximation and evaluation of the distribution of load changes by days of the week was carried out. The significant dependence of Internet network load level on the day of the week was found, and qualitative model of the process was obtained in terms of correlation with initial data.

The purpose of the article is building the model and algorithm of Internet connection load using the problem of approximation the segment function by an algebraic polynomial of fixed degree.

Математический метод. Пусть в узлах дискретной сетки $T = \{t_0 < t_1 < \dots < t_N\}$ фиксируются сегменты суммарного объёма нагрузки интернет сети: $[y_{1,k}; y_{2,k}]$, $y_{2,k} \geq y_{1,k}$, $k = \overline{0, N}$, $N \geq n + 1$. На основе этих данных требуется найти коэффициенты $A = (a_0, a_1, \dots, a_n) \in R^{n+1}$ алгебраического полинома $p_n(A, t) = a_0 + a_1 t + \dots + a_n t^n$, минимизирующие функцию:

$$\rho(A) = \max_{k=0, N} f(A, k) \longrightarrow \min_{A \in R^{n+1}}, \quad (1)$$

где $f(A, k) = \max\{y_{2,k} - p_n(A, t_k); p_n(A, t_k) - y_{1,k}\}$.

Основным результатом математического исследования стал **численный метод** решения задачи, который обоснован следующим доказанным фактом.

Теорема 1. Вектор $A^* \in R^{n+1}$ является решением задачи (1) тогда и только тогда, когда удовлетворяет хотя бы одному из следующих условий:

(а) $\rho(A^*) = m$, где $m = 0.5 \max_{k=0, N} (y_{2,k} - y_{1,k})$;

(б) для некоторого множества $\sigma = \{t_{j_0} < \dots < t_{j_{n+1}}\} \subset T$ (называемого *базисом*) и $i = 0$ или $i = 1$, справедливы соотношения:

$$h_i(\sigma) = \begin{cases} y_{2, j_k} - p_n(A_i(\sigma), t_{j_k}), & \text{если } (k+i) - \text{чётно}, \\ -y_{1, j_k} + p_n(A_i(\sigma), t_{j_k}), & \text{если } (k+i) - \text{нечётно}, \end{cases} \quad k = \overline{0, n+1},$$

$$A^* = A_i(\sigma), \quad \rho(A^*) = h_i(\sigma). \quad \text{При этом } \rho^* = \rho(A^*).$$

Автором статьи доказано, что для того, чтобы $A^* \in R^{n+1}$ являлся единственным решением задачи (1), необходимо и достаточно, чтобы выполнялось условие (б) или условие (а), при том, что исходный ряд содержит не менее чем $n+1$ сегментов ширины $2m$.

Заметим, что задача (1) является обобщением известной задачи П.Л.Чебышёва [1]: $\max_{k=0, N} |y_k - p_n(A, t_k)| \longrightarrow \min_{A \in R^{n+1}}$. Простые примеры показывают, что задача (1) не сводится к задаче Чебышёва, даже если взять $y_k = (y_{2,k} + y_{1,k})/2$, $k = \overline{0, N}$.

Алгоритм решения задачи. Алгоритм решения задачи (1) основан на итерационном решении систем линейных уравнений, по аналогии с алгоритмом Валле Пуссена, предназначенного для решения задачи в случае однозначности ряда. Введём следующее понятие. *Амплитудными* на базисе σ назовём функции $\varphi_{0,k}(\sigma) = \varphi_0(\sigma, k)$ и $\varphi_{1,k}(\sigma) = \varphi_1(\sigma, k)$, определяемые формулами:

$$\varphi_{1-i,k}(\sigma) = \begin{cases} i y_{2, j_k} + (1-i) y_{1, j_k}, & k - \text{чётно}, \\ i y_{1, j_k} + (1-i) y_{2, j_k}, & k - \text{нечётно}, \end{cases} \quad k = \overline{0, n+1}, \quad i = 0, 1.$$

Аргумент (σ) для наглядности изложения алгоритма опустим.

На *первом* этапе алгоритма выбирается произвольно начальный базис и соответствующие ему $(n+2)$ сегментов ряда.

Указанному многозначному ряду на базисе ставится в соответствие два однозначных ряда $\{\varphi_{0,k}\}$ и $\{\varphi_{1,k}\}$ таким образом, что при чётном k ряду $\{\varphi_{0,k}\}$ принадлежит верхнее значение $y_{2,k}$ сегмента, а ряду $\{\varphi_{1,k}\}$ принадлежит нижнее значение $y_{1,k}$, а при нечётном k наоборот. Для каждого из полученных однозначных рядов строится алгебраический полином с использованием известного метода (Чебышевской интерполяции) [1]. Обозначим коэффициенты полученных

полиномов Чебышёва, аппроксимирующих ряды $\{\varphi_{0,k}\}$ и $\{\varphi_{1,k}\}$, через A_0 и A_1 , соответственно. Вычисляем модуль разности между значениями полинома Чебышёва $p_n(A_0, t_k)$ и значениями $\{\varphi_{0,k}\}$, а также модуль разности между значениями полинома Чебышёва $p_n(A_1, t_k)$ и значениями $\{\varphi_{1,k}\}$ (по условию Чебышёва, каждое из этих отклонений одинаково для любого $k = 0, \dots, n+1$). Вычисляем максимальное из этих модулей, обозначим его $h_\beta = |\varphi_{\beta, j_0} - p_n(A_\beta, t_{j_0})|$, где $\beta \in \{0, 1\}$, и полином Чебышёва с коэффициентами A_β будем использовать далее. Автором статьи доказано, что второй полином можно отбросить [2].

На *втором* этапе алгоритмической процедуры выполняется анализ, будет ли где A_β решением задачи (1) или же нужно продолжать поиск. Вычислим величину: $\varepsilon = \max_{k \in 0, N} \max\{y_{2,k} - p_n(A_\beta, t_k); p_n(A_\beta, t_k) - y_{1,k}\}$. Выбираем индекс k_0

так, чтобы выполнялось следующее равенство: $\varepsilon = \max\{y_{2,k_0} - p_n(A_\beta, t_{k_0}); p_n(A_\beta, t_{k_0}) - y_{1,k_0}\}$. Если, при этом, выполняется равенство: $\varepsilon = y_{2,k_0} - p_n(A_\beta, t_{k_0})$, то положим $s=2$, иначе положим $s=1$. Если имеем $t_{k_0} \notin \sigma$, то выполняем следующее преобразование базиса: включаем в него узел t_{k_0} и исключаем из базиса узел согласно рекомендациям алгоритма Валле-Пуссена, применяемым для ряда $\{\varphi_{\beta,k}\}$ и значения границы сегмента

После этого возвращаемся к первому этапу алгоритмической процедуры с новым базисом. Если $t_{k_0} \in \sigma$, при этом $h_\beta = \varepsilon$, то A_β является единственным, искомым решением задачи (1) и алгоритм завершается. Если $t_{k_0} \in \sigma$, но $h_\beta < \varepsilon$, то переходим к третьему этапу.

На *третьем* этапе алгоритмической процедуры уже известно, что аппроксимирующий полином проходит через середины самых широких сегментов. Если таковых не менее чем $(n+1)$, решение будет единственным (алгебраическая интерполяция с использованием $(n+1)$ середин). В противном случае, решений много, осуществляется итерационная процедура отыскания крайних точек, которых конечное число и которые позволяют описать всё множество решений. Алгоритм запрограммирован.

Для того чтобы зона допустимой нагрузки не была превышена, вводятся ограничения [2]:

$$\rho(A) = \max_{k=0, N} f(A, k) \rightarrow \min_{A \in D}, \quad D = \{A \in R^{n+1} : y_{1,k} \leq p_n(A, t_k) \leq y_{2,k}\}. \quad (2)$$

Для сравнения с построенной по критерию минимакса моделью использован стандартный метод наименьших квадратов (МНК):

$$z(A) = \sum_{k=0}^N (y_k - p_n(A, t_k))^2 \rightarrow \min_{A \in D}, \quad D = \{A \in R^{n+1} : y_{1,k} \leq p_n(A, t_k) \leq y_{2,k}\}, \quad (3)$$

где $y_k = (y_{1,k} + y_{2,k})/2$ – середины сегмента $[y_{1,k}; y_{2,k}]$, $k = \overline{0, N}$.

Следует отметить, что в методе наименьших квадратов при подсчёте среднеквадратического отклонения все отклонения усредняются. В то же время существуют процессы, в которых большую значимость имеют крупных отклонения, которые могут приводить к существенным сбоям сети или простоям и значительной недогрузке оборудования. В рассматриваемой модельной задаче предполагается, что значимость ошибки прогноза растёт по экспоненциальному закону в зависимости от величины отклонения показателя от аппроксимирующей функции.

В вычислительных экспериментах применялись задачи (2) и (3) с учётом следующих оценок качества прогноза: максимальная ошибка аппроксимации до дальней границы сегмента и сумма экспонент абсолютных ошибок аппроксимации по всем наблюдениям.

Вычислительный эксперимент. Выполним прогнозирование нагрузки канала интернет-сети с учётом одновременных соединений за период с 2 января по 15 февраля¹. Можно заметить, что присутствует стабильность в распределении нагрузки по дням недели, если из рассмотрения удалить праздничные дни (начало января). Достаточно высокий коэффициент автокорреляции порядка 7 свидетельствует о наличии цикличности. Построим сегменты уровня телефонной нагрузки, взяв за каждый день минимум и максимум нагрузки (табл. 1).

Таблица 1

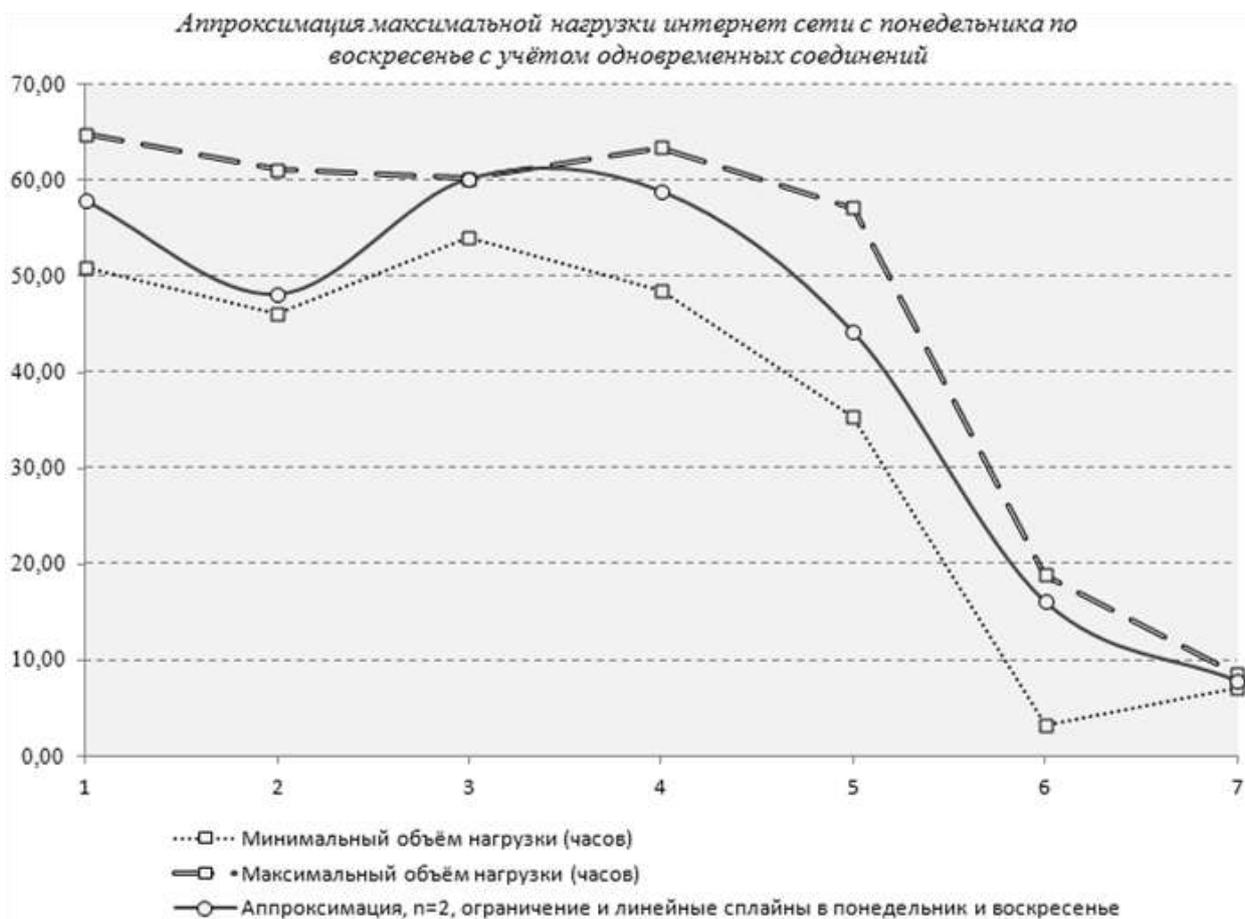
Анализ нагрузки интернет-соединения за каждую неделю (в часах)

1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя	5 неделя	6 неделя	Минимум	Максимум	День недели
58,99	50,9	64,81	58,9	58,13		48,5	63,4	пн
59,04	46,06		61,13	58,88		35,4	57,2	вт
55,08	60,2	53,97	58,92	59,58		3,2	18,9	ср
63,44	51,1	54,7	58,76	59,23	48,51	7,2	8,6	чт
35,38	57,17	50,17	53,61	55,53	54,83	50,9	64,8	пт
7,27	18,44	18,88	15,57	13,48	3,16	46,1	61,1	сб
8,56	7,91	7,52	7,29	7,18		54	60,2	вс

Нагрузка понедельника и воскресенья резко отличается от уровня нагрузки в другие дни недели. Поэтому для повышения точности прогноза целесообразно использовать полиномиальные сплайны.

Решены задачи (2) и (3) для сетки, содержащей узлы, соответствующие дням со вторника до субботы включительно, кривая построена линейными сплайнами к средним значениям за понедельник и воскресенье. На рис. 1 и в табл. 2 представлено решение для задачи (1).

¹ Реальные данные по СГТУ (Саратов) за 2014 г.



Аппроксимация нагрузки

Таблица 2

Анализ нагрузки интернет-соединения за каждую неделю (в часах)

1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя	5 неделя	6 неделя	Аппроксимация	Максимальная ошибка для аппроксимации	День недели
58,99	50,9	64,81	58,9	58,13		57,85	6,96	пн
59,04	46,06		61,13	58,88		48,16	12,98	вт
55,08	60,2	53,97	58,92	59,58		60,2	6,23	ср
63,44	51,1	54,7	58,76	59,23	48,51	58,88	10,38	чт
35,38	57,17	50,17	53,61	55,53	54,83	44,19	12,98	пт
7,27	18,44	18,88	15,57	13,48	3,16	16,14	12,98	сб
8,56	7,91	7,52	7,29	7,18		7,87	0,69	вс

Сопоставление ошибок аппроксимации показало, что максимальная ошибка аппроксимации по минимуму составила 12,98, а по МНК ошибка оказалась существенно выше и составила 15,98.

Заключение. Исследование показало, что в случае сильного влияния на поведение системы редких существенных колебаний внешней нагрузки приме-

нение предложенной модели аппроксимации, основанной на минимаксном критерии и использовании интервальных данных, позволит повысить эффективность управления ресурсами, требуемыми для надёжного и бесперебойного функционирования системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демьянов В. Ф. Малоземов В. Н. Введение в минимакс / М. : Изд-во «Наука», 1972. 368 с.
2. Выгодчикова И. Ю. Минимаксный метод моделирования многозначных динамических рядов в экономике / С. : Саратовский социально-экономический институт (филиал) РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2017. 116 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧИСЛА СТРАХОВЫХ ВЫПЛАТ В КОМПАНИИ С ПРОИЗВОЛЬНО РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ДОГОВОРА

Д. Д. Даммер

Томский государственный университет, Россия
E-mail: di.dammer@yandex.ru

В работе рассматривается модель страховой компании в виде системы массового обслуживания. Предполагается, что приходящие в компанию клиенты образуют простейший поток, срок действия договора есть случайная величина с произвольной функцией распределения. Находится характеристическая функция числа страховых выплат. Исследование проводится с применением метода марковского суммирования.

RESEARCH OF THE NUMBER OF INSURANCE PAYMENTS IN A COMPANY WITH AN ARBITRARY DISTRIBUTED DURATION OF THE CONTRACT

D. D. Dammer

In this paper, we consider the model of an insurance company in the form of a queueing system. It is assumed that clients coming to the company form a stationary Poisson process; the duration of the contract is a random variable with an arbitrary distribution function. The characteristic function of the number of insurance payments is found. The study is carried out using the Markov summation method.

Методы и модели массового обслуживания широко применяются при исследовании различных экономических систем [1-3]. Для изучения немарковских систем, которые и моделируют работу реальных объектов, требуется развитие подходов анализа моделей массового обслуживания. В данной работе исследуется поток страховых выплат клиентам и находится распределение вероятностей числа выплат, произведенных на интервале $[0, \infty)$. Для решения задачи применяется метод марковского суммирования, который был предложен и реализован в работах [4,5].

Рассмотрим модель страховой компании в виде системы массового обслуживания (рис.1) с неограниченным числом приборов и простейшим входящим потоком с параметром λ . Времена обслуживания заявок на приборе (сроки действия договора) есть независимые случайные величины с функцией распределения $B(x)$. Каждая заявка во время обслуживания формирует события, которые образуют простейший поток с параметром γ . Такой поток мы будем называть дополнительным потоком или d -потоком. В работе будем различать локальный и суммарный d -потоки. Данные потоки можно рассматривать в качестве моделей потоков выплат клиентам страховой компании.

Введем следующие определения: локальным d -потоком будем называть

последовательность моментов наступления событий от одной заявки, суммарным d -поток (или d -поток) – от всех заявок, поступивших в систему.

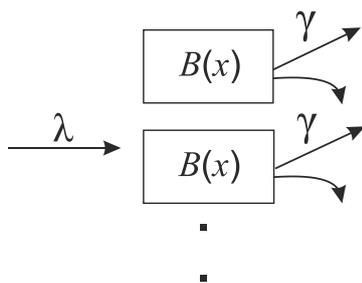


Рис. 1. Модель страховой компании в виде системы массового обслуживания

Введем обозначения: $i(t)$ – число заявок, находящихся в системе на обслуживании в момент времени t , $n(t)$ – число событий d -потока от заявок, пришедших в систему на интервале $[0, t]$, $P(n, t)$ – вероятность того, что $n(t) = n$, $r(i, t)$ – вероятность того, что одна заявка, поступившая в момент времени t , формирует i событий d -потока.

Задача состоит в нахождении вида распределения вероятностей, а точнее, характеристической функции числа событий d -потока (числа страховых выплат), сформированных на интервале $[0, \infty)$ всеми заявками, поступившими в систему на интервале $(-\infty, T]$, $T > 0$. Схема формирования такого d -потока представлена на рисунке 2. В работе [6] найдено распределение вероятностей числа событий d -потока, при условии, что в начальный момент времени $t = 0$ система пуста, то есть фактически учитывались только заявки, поступившие в систему после момента $t = 0$.

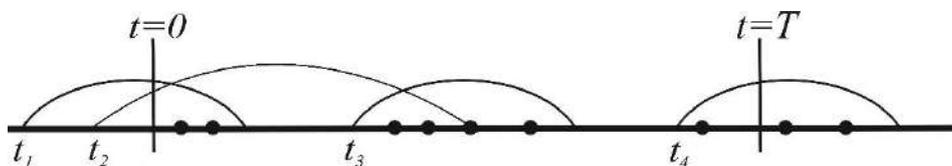


Рис. 2. Схема формирования дополнительного потока событий на $[0, \infty)$

Обозначим продолжительность обслуживания заявки на приборе случайной величиной ξ . Для заявки, поступившей в момент времени $t < 0$, события d -потока будут учитываться после момента $t = 0$, то есть на интервале длины $\xi + t$. Функция распределения времени обслуживания таких заявок, в течение которого мы учитываем события d -потока, будет иметь вид:

$$P\{\xi + t < x\} = P\{\xi < x - t\} = B(x - t), \quad t < 0.$$

Для заявки, поступившей на интервале $[0, T]$, будут учитываться все сформированные события d -потока. Запишем выражение для распределения $r(i, t)$

для $t \geq 0$: $r(i,t) = \int_0^{\infty} \frac{(\gamma x)^i}{i!} e^{-\gamma x} dB(x)$, $t \geq 0$.

В случае $t < 0$ значение $i = 0$, если обслуживание заявки завершилось до момента $t = 0$, заявка покинула систему и, конечно, после этого момента она ничего не сгенерировала; или, если обслуживание заявки не завершилось до момента времени $t = 0$, и за время $\xi + t$ заявка ничего не сгенерировала. Тогда

$$r(0,t) = P\{\xi + t < 0\} + \int_0^{\infty} e^{-\gamma x} dB(x-t) = B(-t) + \int_{-t}^{\infty} e^{-\gamma(z+t)} dB(z), \quad t < 0, \quad i = 0.$$

В случае $t < 0$ значение $i > 0$, если обслуживание заявки не завершилось до момента времени $t = 0$, и за время $\xi + t$ заявка сгенерировала i событий d -потока. Тогда $r(i,t) = \int_{-t}^{\infty} \frac{(\gamma(z+t))^i}{i!} e^{-\gamma(z+t)} dB(z)$, $t < 0$, $i > 0$.

Запишем выражение для функции распределения числа событий локального d -потока, сформированного заявкой, пришедшей в момент времени t :

$$r(i,t) = \begin{cases} \int_0^{\infty} \frac{(\gamma x)^i}{i!} e^{-\gamma x} dB(x), & t \geq 0, \\ B(-t) + \int_0^{\infty} e^{-\gamma x} dB(x-t) = B(-t) + \int_{-t}^{\infty} e^{-\gamma(z+t)} dB(z), & t < 0, \quad i = 0, \\ \int_{-t}^{\infty} \frac{(\gamma(z+t))^i}{i!} e^{-\gamma(z+t)} dB(z), & t < 0, \quad i > 0. \end{cases}$$

Далее запишем выражение для характеристической функции полученного распределения:

$$\begin{aligned} R(u,t) &= r(0,t) + \sum_{i=1}^{\infty} r(i,t) e^{ju i} = B(-t) + \int_{-t}^{\infty} \exp\{\gamma(z+t)(e^{ju} - 1)\} dB(z) = \\ &= B(-t) + \exp\{\gamma t(e^{ju} - 1)\} \int_{-t}^{\infty} \exp\{\gamma z(e^{ju} - 1)\} dB(z), \quad t < 0, \\ R(u,t) &= R(u) = \sum_{i=0}^{\infty} r(i,t) e^{ju i} = \int_0^{\infty} \exp\{\gamma x(e^{ju} - 1)\} dB(x), \quad t \geq 0. \end{aligned}$$

Из допредельных равенств

$$P(n,t + \Delta t) = P(n,t)(1 - \lambda \Delta t) + \lambda \Delta t \sum_{i=0}^n P(n-i,t) r(i,t) + o(\Delta t), \quad -\infty < t \leq T$$

для распределения $P(n,t)$ получим систему уравнений Колмогорова в виде:

$$\frac{\partial P(n,t)}{\partial t} = \lambda \sum_{i=0}^n P(n-i,t) r(i,t) - \lambda P(n,t), \quad -\infty < t \leq T, \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

Введем характеристическую функцию $h(u,t) = \sum_{n=0}^{\infty} e^{jun} P(n,t)$ числа $n(t)$ событий суммарного d -потока. Для этой функции систему (1) перепишем в виде уравнения:

$$\frac{\partial h(u,t)}{\partial t} = \lambda [R(u,t) - 1] h(u,t), \quad -\infty < t \leq T. \quad (2)$$

Решение уравнения (2), удовлетворяющее начальному условию $h(u, -\infty) = 1$, имеет вид

$$h(u,t) = \exp \left\{ \lambda \int_{-\infty}^t [R(u,x) - 1] dx \right\}, \quad -\infty < t \leq T.$$

С учётом вида функции $R(u,x)$ получим выражения для характеристической функций $h(u,t)$. Рассмотрим случай $-\infty < t \leq T, T \leq 0$ с начальным условием $h_1(u, -\infty) = 1$, тогда:

$$h_1(u,t) = \exp \left\{ \lambda \left(\int_{-t}^{\infty} (B(y) - 1) dy + \int_{-t}^{\infty} \frac{e^{a(u)(y+t)} - 1}{a(u)} dB(y) \right) \right\}, \quad -\infty < t \leq T, \quad T \leq 0.$$

Для случая $0 \leq t \leq T, T > 0$ с начальным условием $h_1(u, 0) = h_2(u, 0)$ получим:

$$h_2(u,t) = \exp \left\{ \lambda \left(\int_{-\infty}^0 \left[B(-x) + e^{a(u)x} \int_{-x}^{\infty} e^{a(u)y} dB(y) - 1 \right] dx + \int_0^t \left[\int_0^{\infty} e^{a(u)y} dB(y) - 1 \right] dx \right) \right\},$$

где $a(u) = \gamma(e^{ju} - 1)$.

После преобразований получим выражение для искомой характеристической функции числа $n(T), T > 0$:

$$h_2(u,T) = \exp \left\{ -\lambda b + \lambda \left(\frac{1}{a(u)} + T \right) (R(u) - 1) \right\}, \quad T > 0, \quad (3)$$

где $a(u) = \gamma(e^{ju} - 1)$, b – среднее время обслуживания заявки, а характеристическая функция $R(u)$ определяется выражением $R(u) = \int_0^{\infty} \exp\{\gamma x(e^{ju} - 1)\} dB(x)$.

Распределение вероятностей числа $n(T)$ для $T > 0$ находится обратным по u преобразованием Фурье: $P_2(n,T) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} e^{-jun} h_2(u,T) du$.

С применением системы Mathcad выполнена численная реализация. Ее результат в случае, когда время обслуживания имеет гамма-распределение с параметрами формы $\alpha = 0,5$ и масштаба $\beta = 1$, а также $\gamma = 1, \lambda = 2$ и $T = 5$, представлен на рис. 3.

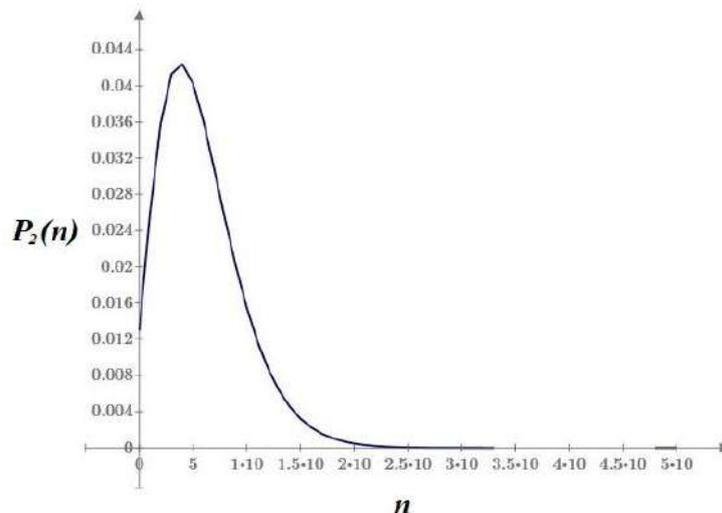


Рис. 3. Распределение вероятностей $P_2(n)$ числа событий d -потока

Таким образом, в работе получена характеристическая функция числа страховых выплат, производимых на интервале $[0, \infty)$ клиентам, приходящим в компанию на интервале $(-\infty, T]$, $T > 0$. Для решения задачи был применен метод марковского суммирования. Результаты, полученные в данном исследовании, могут использоваться при оценке деятельности страховой компании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маталыцкий М. А., Станкевич С. Э. НМ-сети как новые стохастические модели прогнозирования доходов различных объектов // Вестник ГрГУ. Серия 5. Экономика. 2009. № 1. С. 107-115.
2. Даммер Д. Д. Исследование математической модели страховой компании в виде системы массового обслуживания в случайной среде и с учетом единовременных страховых выплат // Компьютерные науки и информационные технологии. Материалы Междун. науч. конф. 2018. С. 117-121.
3. Жидкова Л. А., Моисеева С. П. Математическая модель потоков покупателей двух-продуктовой торговой компании в виде системы массового обслуживания с повторным обращением к блокам // Известия Томского политехнического университета. 2013. Т. 322. № 6. С. 5-9.
4. Nazarov A., Dudin A., Dammer D., Moiseev A. Methods of limiting decomposition and markovian summation in queueing system with infinite number of servers // ITMM 2018. Communications in Computer and Information. 2018. Vol. 912. P. 71-82.
5. Nazarov A. A., Dammer D. D. A Study of Additionally Generated Flows in Systems with Unlimited Number of Devices and Recurrent Servicing with the Markov Summation Method // Autom. Remote Control. 2019. Vol. 80. № 12. P. 2178-2188.
6. Даммер Д. Д., Федерягина П. В. Исследование дополнительно формируемого потока в системе с экспоненциальным обслуживанием и неограниченным числом приборов методом марковского суммирования // Математическое и программное обеспечение информационных, технических и экономических систем : сб. материалов межд. конф. 2020. С 260-265.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНЦИДЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

А. Ю. Ермакова¹, А. Б. Лось²

¹*Российский технологический университет МИРЭА, Москва, Россия*

²*Национальный исследовательский университет*

«Высшая школа экономики», Москва, Россия

E-mail: a.alla1105@yandex.ru, alexloss2011@mail.ru

В докладе рассматриваются вопросы разработки программного средства для построения прогнозных моделей появления инцидентов информационной безопасности. Под инцидентами информационной безопасности далее понимаются события, приводящие к нарушению штатной работы информационной системы (ИС): компьютерные атаки, попытки несанкционированного доступа, хищения денежных средств, сбои в работе системы. Представлено описание программного средства, позволяющего по данным об интенсивности предыдущих инцидентов строить непрерывные аппроксимирующие функции, наиболее близко расположенные к ключевым точкам (данным об инцидентах) и сохраняющие на прогнозируемом участке статистические свойства исходных данных. На основании указанных функций далее возможно построение функции рисков и оценки времени безопасной эксплуатации ИС.

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE TOOL FOR PREDICTING INFORMATION SECURITY INCIDENTS

A. Y. Ermakova, A. B. Los

The report discusses the issues of developing a software tool for the construction of predictive models of the occurrence of information security incidents. Information security incidents are further understood as events leading to disruption of the regular operation of the information system (IS): computer attacks, unauthorized access attempts, theft of funds, system failures. A description of a software tool is presented that allows, based on data on the intensity of previous incidents, to construct continuous approximating functions that are most closely located to key points (incident data) and preserve the statistical properties of the source data in the predicted area. Based on these functions, it is further possible to construct a risk function and estimate the time of safe operation of the IC.

Введение. В докладе излагаются результаты построения программного средства с целью прогнозирования появления различных компьютерных инцидентов. Под инцидентами информационной безопасности далее понимаются события, приводящие к нарушению штатной работы информационной системы: компьютерные атаки, попытки несанкционированного доступа, хищения денежных средств, сбои в работе системы.

Необходимость в создании такого средства возникает при разработке методов оценки защищенности информационных систем, требования к которым отражены в стандартах ИБ ([1-2]).

Основной подход, заложенный в указанных стандартах, носит название

риск - ориентированного, и состоит в составлении перечня актуальных угроз $\{y_i\}$, вероятность реализации которых $p(y_i)$ больше 0, численной оценке вероятностей $p(y_i)$ и оценке возможного ущерба u_i при их успешной реализации. Далее составляется функция рисков R , представляющая собой усредненное значение ущерба при реализации угроз, определение максимально допустимого ущерба R_0 и, в случае выполнения условия $R \leq R_0$ принимается решение о защищенности ИС. Очевидным недостатком такого подхода является невозможность оценки срока безопасной работы ИС, а именно: в течение какого времени будет выполнено условие защищенности $R \leq R_0$. Одной из возможностей модификации традиционного риск - ориентированного подхода является введение зависимости величин $p(y_i) = p_{y_i}(t)$ и $u_i = u_i(t)$ от времени t ([3]). В этом случае, приравнявая зависящую от времени функцию рисков $R(t)$ величине максимального риска R_0 , получаем уравнение относительно переменной t , решение которого T_0 , в свою очередь, можно рассматривать как оценку времени, в течение которого возможна безопасная работа ИС. Далее возникает задача построения таких временных функций рисков и задача построения оценок параметра T_0 .

Одним из подходов к построению временных функций рисков для оценки защищенности ИС, является разработка прогнозных моделей интенсивности появления инцидентов, приводящих к нарушению информационной безопасности, по известным данным за прошлый период. Примеры применения данного подхода представлены в работах [4-10].

В данной работе приведено описание алгоритма разработки прогнозных моделей путем построения непрерывных аппроксимирующих функций наиболее близко отстоящих от заданных значений (ключевых точек) – метод МНК. В качестве прогнозных величин берутся значения построенной функции на временном интервале, где ищется прогноз. При этом в традиционный алгоритм МНК добавлено условие сохранения статистических характеристик исходных данных. Это условие весьма важно, поскольку в большинстве методов аппроксимации за пределами заданного для прогноза интервала, поведение аппроксимирующей функции не соответствует исходным данным. Ярким примером может служить метод аппроксимации на основе полиномов Лагранжа, при котором аппроксимирующая функция за пределами исходного интервала очень быстро уходит в бесконечность и не может использоваться для прогнозирования.

В работе дано описание структуры алгоритма, его интерфейса, а также приведен пример построения с его помощью прогнозной функции количества финансовых операций без согласия клиентов на основе данных за 2019-2022 года, публикуемых ЦБ РФ ([13]). Построен прогноз количества финансовых операций без согласия клиентов на 2024-2025 года. На основе прогнозной функции построены теоретические оценки времени безопасной работы ИС.

Алгоритм построения непрерывной аппроксимирующей функции

Метод наименьших квадратов (далее – МНК) является одним из способов

аппроксимации таблично заданной функций некоторым базисным набором функций, выбор которых основан на определенном критерии, позволяющем выявить особенности заданных входных значений ([12]).

Исходными данными для построения непрерывной прогнозной функции $F(t)$ являются значения состояния системы в предыдущие моменты времени. В нашем случае это могут быть данные о числе инцидентов в ИС, за какой либо предыдущий период.

В соответствии с предлагаемым алгоритмом, непрерывная аппроксимирующая функция $F(t)$ ищется как линейная комбинация, так называемых, базовых функций $\{\varphi_i\}$

$$F(t) = F(t, c_0, c_1, c_2, \dots, c_m) = c_0 \varphi_0(t) + c_1 \varphi_1(t) + c_2 \varphi_2(t) + \dots + c_m \varphi_m(t),$$

где $\varphi_i(t)$ – элементарные непрерывные функции: $\alpha_1 \cdot \sin(\beta_1 \cdot t^k)$, $\alpha_2 \cdot \cos(\beta_2 \cdot t^k)$, $\alpha_3 \cdot e^{\gamma t}$, $\alpha_4 \cdot t^{\beta n}$, ($\alpha_i, \beta_i, \gamma, k, n$ – некоторые коэффициенты) и другие аналогичные функции.

Очевидно, что в этом случае $F(t)$ также является непрерывной.

Алгоритм начинается с выбора количества и вида базовых функций. Затем с применением метода МНК определяются значения коэффициентов c_i при которых достигается минимальное расстояние от значений функции $F(t)$ до значений в ключевых точках.

Заключительным шагом алгоритма является проверка соответствия статистических характеристик прогнозных значений исходным данным. Каждое из прогнозных значений должно отклоняться от эмпирического среднего исходных данных на более чем на $n \cdot \sigma$, где σ – квадратный корень из эмпирической дисперсии, n – параметр алгоритма, обычно, полагается $n \geq 3$. В случае невыполнения данного условия производится замена набора базовых функций.

Полученная таким образом функция далее применяется для построения прогнозных значений состояния рассматриваемой системы, в нашем случае – для прогнозирования появления инцидентов ИБ.

Структура разработанной программы.

Формат данных. Исходные данные (ключевые точки) создаются в виде таблицы значений функции в формате Excel, пример которой представлен в таблице 1.

В представленной таблице первый столбец – значения временного интервала t_i , второй столбец – значения искомой функции y_i . Количество ключевых точек равно количеству представленных в таблице строк, поэтому ниже этой таблицы не должно быть занятых ячеек.

Начало работы с программой предполагает нажатие кнопки «Чтение таблицы» и выбора файла исходных данных. В случае успешного чтения, первая таблица заполняется данными из Excel файла. В случае ошибки при чтении, либо в случае появления пустого файла, появляется сообщение «Ошибка чтения из файла». Основные функции программы становятся доступными после успешного ввода данных.

Структура начальных данных

№	A	B
1	1	0,4815
2	2	0,8354
3	3	0,7453
4	4	-0,5432
5	5	-0,6234
6	6	0,3245
7	7	-0,3853
8	8	0,7546
9	9	0,6434
10	10	-0,9651
11	11	-0,2567
12	12	0,9765
13	13	0,5574
14	14	-0,8346
15	15	0,7239

Интерфейс программы

Интерфейс разработанной программы представлен на рис. 1.

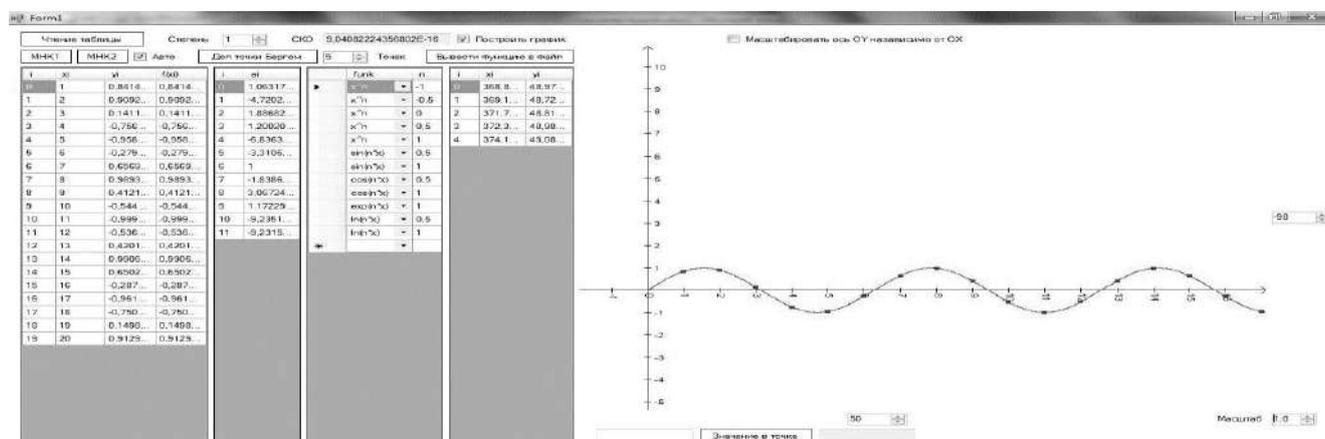


Рис. 1. Интерфейс программы

Клавиша «МНК1» предназначена для запуска алгоритма поиска аппроксимирующей функцией в виде многочлена методом наименьших квадратов с выбранными базисными функциями. Степень многочлена можно менять в поле

«Степень». При этом в первой таблице в четвёртом столбце $F(t_i)$ появятся значения аппроксимирующей функции в заданных точках. Далее строится график искомой функции и посчитывается среднеквадратическое отклонение по узлам данных. Значения коэффициентов многочлена выводятся во вторую таблицу. При изменении степени, многочлен пересчитывается автоматически, и все изменения отображаются на графике и в таблицах.

Клавиша «МНК2» без функции «Авто» включает алгоритм построения аппроксимирующей функции методом наименьших квадратов с базисными функциями, вид и параметры которых находятся в третьей таблице. При этом количество функций, их порядок, комбинация и дополнительные параметры выбираются вручную и могут быть произвольными. После завершения работы алгоритма, результат выводится аналогично описанной выше схеме, однако, коэффициенты во второй таблице уже соответствуют коэффициентам базисных функций построенной аппроксимирующей функции.

Если при нажатии клавиши «МНК2» нажата клавиша «Авто», то выбор базисных функций и соответствующих параметров определяется автоматически путём перебора (с применением циклов) в заданных границах возможных комбинаций параметров. В соответствии с методом МНК, критерием для выбора оптимальной структуры аппроксимирующей функции служит минимальное среднеквадратическое отклонение в узлах таблично заданной функции среди рассмотренных вариантов.

Завершающей процедурой алгоритма служит задание прогнозных временных значений и проверка попадания прогнозных величин для выбранных временных точек в интервал от $m-n\cdot\sigma$ до $m+n\cdot\sigma$, где m и σ – соответственно эмпирическое среднее и квадратный корень из дисперсии исходных данных. В случае невыполнения последнего условия алгоритм возвращается в начало к выбору базисных функций и их параметров. Вывод результатов аналогичен предыдущему случаю, при этом разница состоит в том, что оптимальный набор базисных функций автоматически появляется в третьей таблице.

Вывод построенной функции осуществляется клавишей «Вывести функцию в файл», с помощью которой найденная функция выводится в указанный файл. Пример построенной функции приведен на рис. 2.

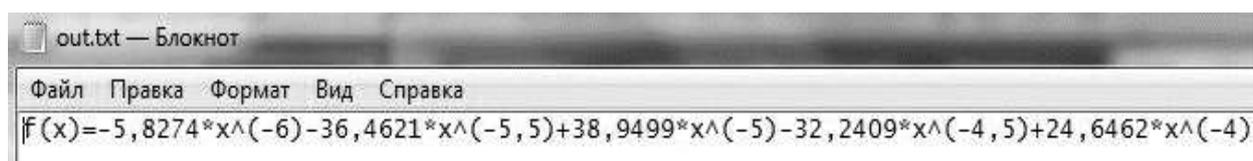


Рис. 2. Пример построенной «аппроксимирующей» функции.

Пример построения графика указанной функции приведен на рис. 3.

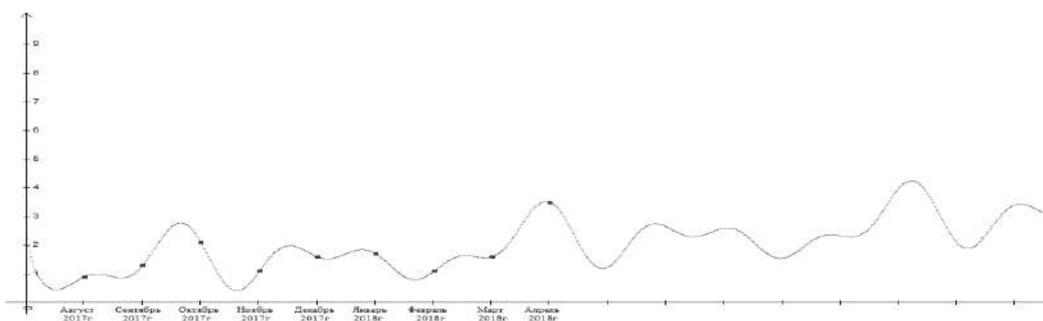


Рис. 3. Пример построения графика аппроксимирующей функции.

Построение прогнозной модели инцидентов - количества финансовых операций без согласия клиента

В качестве примера предлагаемого подхода приведем результаты эксперимента по построению прогнозной модели инцидентов информационной безопасности - количества финансовых операций без согласия клиентов.

В таблице 1 приведена поквартальная статистика количества финансовых операций без согласия клиентов за последние 4 года. Данные взяты из официального сайта Банка России [13], на котором приводятся отчеты об инцидентах информационной безопасности.

Таблица 2

Количество финансовых операций без согласия клиента

№	Период	Количество финансовых операций без согласия клиента (тыс.)
1	1 квартал 2019 г.	133
2	2 квартал 2019 г.	137
3	3 квартал 2019 г.	163
4	1 квартал 2020 г.	170
5	2 квартал 2020 г.	193
6	3 квартал 2020 г.	182
7	1 квартал 2021 г.	238
8	2 квартал 2021 г.	237
9	3 квартал 2021 г.	256
10	1 квартал 2022 г.	258
11	2 квартал 2022 г.	211
12	3 квартал 2022 г.	230

В рассматриваемом эксперименте для построения прогнозной функции $F(t)$ использовались данные за период с 1 квартала 2019 года по 4 квартал 2022 года, за нулевое значение по оси ОХ принята дата - 4 квартал 2018 года.

Для данного эксперимента аппроксимирующая функция имела вид:

$$F(t) = 28.79 \cdot \ln[t] + 379.34 - 775.22 \cdot \frac{1}{t} + 534.95 \frac{1}{t^2} - 6.94 \cdot \sin[2 \cdot t] + 9.31 \cdot \cos[2 \cdot t] - \\ - 13.15 \cdot \cos[4 \cdot t] - 5.84 \cdot \cos[3 \cdot t] + 15.34 \cdot \sin[t] - 14.37 \cdot \cos[t] + 1.62 \cdot \sin[3 \cdot t] + \\ + 15.54 \cdot \sin[4 \cdot t]$$

График, прогнозной функции $F(t)$ представлен ниже на рис. 4.

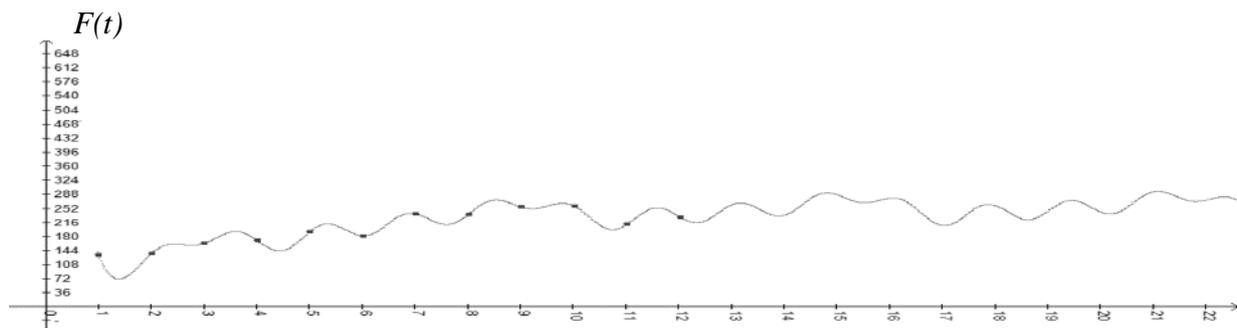


Рис. 4. График функции $y=F(t)$.

В табл. 3 приведены результаты эксперимента по построению прогнозных значений количества финансовых операций без согласия клиента на период с 1 квартала 2024 года по 4 квартал 2025 года.

Таблица 3

Прогноз количества финансовых операций без согласия клиента

№	Период	Количество финансовых операций без согласия клиента (тыс.)
1	1 квартал 2024 г.	260,6
2	2 квартал 2024 г.	234,6
3	3 квартал 2024 г.	287
4	4 квартал 2024 г.	278
5	1 квартал 2025 г.	238
6	2 квартал 2025 г.	260
7	3 квартал 2025 г.	253
8	4 квартал 2025 г.	274

Пример построения оценки времени безопасной работы ИС.

Для оценки времени безопасной работы ИС аппроксимирующую функцию $F(t)$ представим в виде:

$$F(t) = \alpha_1 \cdot \ln[t] + \alpha_2 - \alpha_3 \cdot \frac{1}{t} + \alpha_4 \cdot \frac{1}{t^2} - \alpha_5 \cdot \sin[2 \cdot t] + \alpha_6 \cdot \cos[2 \cdot t] - \alpha_7 \cdot \cos[4 \cdot t] - \alpha_8 \cdot \cos[3 \cdot t] + \alpha_9 \cdot \sin[t] - \alpha_{10} \cdot \cos[t] + \alpha_{11} \cdot \sin[3 \cdot t] + \alpha_{12} \cdot \sin[4 \cdot t],$$

где α_i - соответствующие коэффициенты.

Нетрудно видеть, что при $t \geq 1$ справедливо неравенство:

$$F(t) \leq \alpha_1 \cdot \ln[t] + \alpha_{13},$$

где $\alpha_{13} = \sum_{i=2}^{12} \alpha_i$ - сумма коэффициентов.

Обозначим далее через N - число ИС, участвовавших в эксперименте, U – средний ущерб от финансовой операции без согласия клиента.

Тогда функция рисков $R(t)$ для одной ИС принимает вид:

$$R(t) = \frac{1}{N} \cdot U \cdot \left(\alpha_1 \cdot \ln[t] + \alpha_{13} \right),$$

а оценка времени T_0 безопасной работы ИС может быть найдена как решение уравнения

$$R_0 = \frac{1}{N} \cdot U \cdot \left(\alpha_1 \cdot \ln[t] + \alpha_{13} \right),$$

где R_0 - допустимый уровень ущерба (потерь).

Из последнего уравнения находим оценку T_0

$$T_0 = \exp \left\{ \frac{N \cdot R_0 / U - \alpha_{13}}{\alpha_1} \right\}$$

При задании соответствующих значений величин N , R_0 и U могут быть получены численные значения времени безопасной работы информационной системы T_0 .

Заключение. В докладе представлены результаты разработки программного средства для построения прогнозных моделей инцидентов информационной безопасности. Представлена структура разработанного средства и приведен пример построения с его помощью прогнозной модели инцидентов, связанных с проведением финансовых операций без согласия клиентов, а также пример построения оценки времени безопасной работы информационной системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 13335-1:2006. Методы и средства обеспечения безопасности. Концепция и модели менеджмента безопасности информационных и телекоммуникационных технологий. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200048398?ysclid=lq9icrm375902759376> (дата обращения 23.10.2023).
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 13335-3:2007. Методы и средства обеспечения безопасности. Методы менеджмента безопасности информационных технологий. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. [Электронный ресурс]. URL: <https://altell.ru/legislation/standards/13335-3.pdf?ysclid=lq9igeanrm347850898> (дата обращения 16.10.2023).
3. Лось А. Б., Кабанов А. С., Трунцев В. И. Временная модель оценки риска нарушения информационной безопасности // Доклады ТУСУР. 2012. № 1. Ч. 2. С. 87-91.
4. Ермакова А. Ю. Оценка качества прогнозирования динамики изменения валютных курсов на основе построения аппроксимирующих функций // Качество. Инновации. Образование. 2013. № 2 (93). С. 71-79.
5. Ермакова А. Ю. Исследование качества прогнозирования биржевых курсов драгоценных металлов // Качество. Инновации. Образование. 2014. № 1 (104). С. 49-56.
6. Ермакова А. Ю. Построение прогнозной модели динамики изменения цен на древесину // Лесной Вестник 2016. № 6. С.88-97.
7. Ермакова А. Ю. Разработка методов прогнозирования на примере анализа средств вычислительной техники // Промышленные АСУ и контроллеры. 2017. № 1. С. 28-34.
8. Ермакова А. Ю. Об оценке точности прогнозирования состояния динамической системы методом построения аппроксимирующих функций // Промышленные АСУ и контроллеры. 2018. № 5. С. 36-42.

9. *Ермакова А. Ю. Лось А. Б.* Исследование прогнозных моделей динамической системы на примере прогноза инцидентов информационной безопасности // Компьютерные науки и информационные технологии: сборник статей междун. науч.-практич. конф. 2018. С. 144-149.

10 *Ермакова А. Ю.* Об одном подходе к оценке защищенности информационной системы на основе анализа инцидентов // Системы высокой доступности. 2018. № 4. С. 32-35.

11. *Рыбников К. К.* Введение в дискретную математику и теорию решения экстремальных задач на конечных множествах / М. : Гелиос АРВ, 2010. 318 с.

12. Обзор отчетности ЦБ об инцидентах информационной безопасности при переводе денежных средств. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fzlabs.ru/news/czb-opublikoval-obzor-otchetnosti-ob-inczidentah-informaczionnoj-bezopasnosti-pri-perevode-denezhnyh-sredstv/> (дата обращения 17.09.2023).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ ДОЛЕЙ УЧАСТНИКОВ ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ПО ПРОФИЛЬНОЙ МАТЕМАТИКЕ И ЕГО РЕПЕТИЦИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОЛИЧЕСТВА ПРАВИЛЬНЫХ ОТВЕТОВ

Ж. Н. Зенкова

*Томский государственный университет, Россия
Российская академия народного хозяйства
и государственной службы, Москва
E-mail: zhanna.zenkova@mail.tsu.ru*

В работе найдены нелинейные модели взаимосвязи долей участников Единого Государственного Экзамена (ЕГЭ), профильная математика, и его репетиций, ответивших на одинаковое количество вопросов. При анализе использовались данные о результатах ЕГЭ и его репетиций в Томской области за 2016-2020 гг. Обнаружены два кластера, характеризующие результаты: в первом кластере оказались участники, ответившие верно на 1-8 вопросов ЕГЭ, во втором – все остальные. Для каждого кластера построены параболические модели, проходящие через точку начала координат. Выявлен нетипичный характер модели 2020 гг., который объясняется влиянием пандемии COVID-19. Построена усреднённая модель взаимосвязи, показывающая, что доли участников, ответивших на 1-8 баллов на репетиции, на ЕГЭ снижаются, в то время как доли ответивших на 9-32 вопроса увеличиваются, более того, доля ответивших на 15-32 вопроса практически удваиваются.

MODELING THE RELATIONSHIP BETWEEN THE SHARES OF UNIFIED STATE EXAM PARTICIPANTS IN SPECIALIZED MATHEMATICS AND ITS REHEARSALS DEPENDING ON THE NUMBER OF ANSWERS

Z. N. Zenkova

In the paper, the nonlinear models of relationship between the shares of participants of Unified State Exam (USE) in specialized mathematics and its rehearsals depending on the number of answers are considered. The modeling is based on the data collected in Tomsk region in 2016-2020. We divided the data on two clusters: the first unites the participants with 1-8 correct answers on USE, the second contains the rest. For each cluster we found the parabolic models passing through the origin. Due to the untypical model of 2020, we found the influence of COVID-19 pandemic. The generalized average model of the results' relationship is built. It is shown that the shares of participants with 1-8 correct answers (rehearsals) are decreased on USE but for 9-32 correct answers are increased, moreover, for 15-32 correct answers it is increased almost twice.

В работе рассматривались данные о результатах репетиционных экзаменов и ЕГЭ по профильной математике по Томской области за 2016-2020 гг. [1-4]. Анализировалась связь между распределениями долей участников по количеству вопросов, на которые были даны ответы, на репетиционном экзамене ЕГЭ и ЕГЭ. В табл. 1 приведены объемы генеральных совокупностей (N). Заметим, что количество участников репетиций обычно больше, чем число участников ЕГЭ, тогда как число тех, кто ответил на 1 вопрос и более на репетициях

всегда меньше, чем на ЕГЭ. Это позволяет сделать вывод о том, что многие плохо подготовленные участники после репетиции ЕГЭ по математике не участвуют в ЕГЭ [3-8].

Таблица 1

Число сдававших ЕГЭ и репетицию ЕГЭ, профильная математика, Томская обл.

Год		2016	2017	2018	2019	2020
Все сдававшие	Реп. ЕГЭ	4000	3500	3561	2803	3334
	ЕГЭ	3478	3406	3390	3111	2859
Набравшие больше нуля баллов	Реп. ЕГЭ	2895	2852	2588	2503	2466
	ЕГЭ	3466	3402	3371	3101	2856

На рис. 1 приведены графики распределений участников, получивших более нуля баллов, в долях. На рис. 2 приведены графики зависимостей по годам, где по оси абсцисс отображена доля участников, ответивших правильно на определенное количество вопросов на репетиционном экзамене, а по оси ординат – доля участников, давших ответ на такое же количество вопросов на ЕГЭ (на рисунках это количество указано возле соответствующих точек).

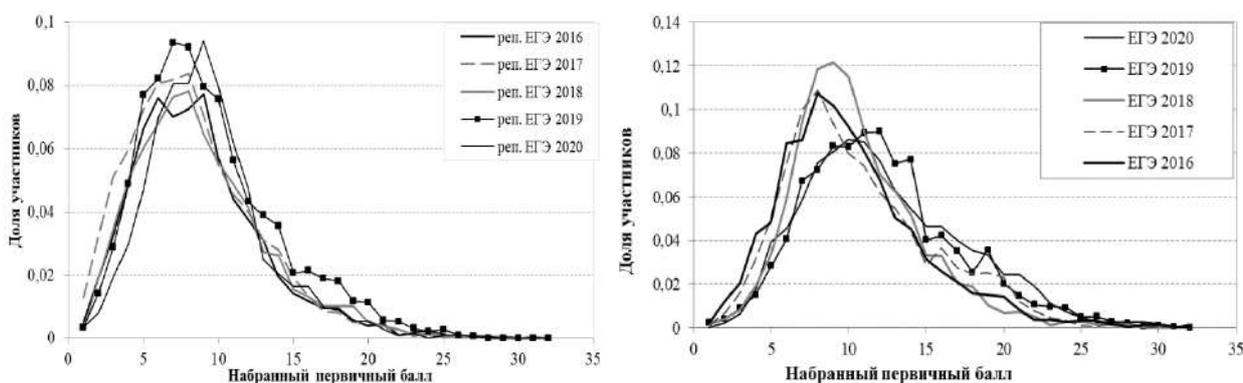


Рис. 1. Распределения долей по количеству ответов на репетициях ЕГЭ (слева) и на ЕГЭ (справа)

Для построения моделей зависимостей данные были разбиты на два кластера: первый – с низкими результатами – от 1 до 8 отвеченных вопросов (здесь результаты репетиционного экзамена были обычно лучше, чем результаты ЕГЭ), второй – от 9 до 32 вопросов. Наиболее адекватно данные описывают полиномиальные модели второго порядка следующего вида: для первого кластера:

$$y=ax^2, \tag{1}$$

для второго кластера:

$$y=bx^2+cx, \tag{2}$$

где x – доля участников, ответивших правильно на заданное количество вопросов на репетиционном экзамене, y – доля школьников, ответивших правильно на это же количество вопросов на ЕГЭ, a , b и c – найденные методом наименьших квадратов коэффициенты модели – приведены в таблице 2, как и коэффициенты детерминации R^2 , которые говорят о высоком качестве полученных моделей [9].

Нормальность остатков моделей проверялась критерием Шапиро-Уилка

[10-11], достигнутый уровень значимости p -value указан в таблице 2 и позволяет во всех случаях принять гипотезу о нормальности на уровне значимости $\alpha = 0,03$. Точность моделирования характеризует средняя абсолютная относительная ошибка аппроксимации A , которая определяется формулой:

$$A = \frac{1}{N} \sum \frac{|y_{\text{факт}} - y_{\text{модель}}|}{y_{\text{факт}}} \cdot 100\%.$$

Значения A также отображены в табл. 2. Заметим, что ошибки моделей варьируются в пределах 10,7-35,9%. Это объясняется тем, что рассматривался универсальный класс моделей, функциональный вид которых не зависел от года.

Таким образом, полученные модели позволяют сделать вывод о том, что доли школьников, ответивших на одинаковое количество вопросов на репетиции и ЕГЭ, связаны между собой нелинейно, при этом для первого кластера низкие результаты (ответили на 1-5 вопросов) по сравнению с репетиционным экзаменом на ЕГЭ снижаются очень существенно, и чем хуже результат, тем больше это снижение. Для тех, кто ответил на 6-8 вопросов разница в изменении долей не столь существенная. Модели второго кластера говорят о том, что доли школьников, ответивших на 15-32 вопроса, практически удваиваются, а для 9-14 вопросов изменения в долях уже не такие радикальные. На рис. 2 приведены графики исходных данных и полученных моделей.

Таблица 2

Значения коэффициентов моделей, коэффициентов детерминации R^2 , достигнутых уровней значимости p -value критерия Шапиро-Уилка, ошибок A

Год	Первый кластер				Второй кластер				
	a	R^2	p -value	A , %	b	c	R^2	p -value	A , %
2016	16,39	0,89	0,08	23,4	- 12,55	2,30	0,99	0,17	27,7
2017	12,75	0,91	0,21	22,8	- 13,56	2,23	0,96	0,17	27,1
2018	15,25	0,90	0,35	27,5	- 11,33	2,00	0,99	0,03	18,3
2019	9,17	0,92	0,65	28,6	-16,61	2,63	0,97	0,20	35,9
2020	13,42	0,96	0,28	10,7	-24,25	3,04	0,92	0,14	30,9

Заметим, что модель 2020 г. (второй кластер) существенно отличается от остальных, что можно объяснить прямым влиянием пандемии COVID-19 [2].

В целях прогнозирования будущих результатов ЕГЭ [3, 7] по результатам репетиционного экзамена рассмотрим усреднённые модели по каждому кластеру, исключив 2020 г. во втором кластере как выброс. Получим, что первый кластер может быть описан моделью следующего вида:

$$y = 13,396 x^2, \quad (5)$$

для второго кластера модель определяется формулой:

$$y = -13,513x^2 + 2,290x \quad (6)$$

На рис. 2 представлена итоговая модель, которая может быть использована при прогнозировании долей школьников, которые ответят на определенное количество вопросов на ЕГЭ, по итогам репетиционного экзамена. Заметим, что для

первого кластера (ответили на 1-8 вопросов) на участке $x > 0,07465$ (точка пересечения уравнения (2) с прямой $y=x$) модель прогнозирует, что соответствующая заданному количеству вопросов доля на ЕГЭ будет больше, чем на репетиционном экзамене, для второго (ответили на 9-32 вопроса) – на участке $x < 0,09547$ (пересечение (6) с прямой $y=x$). Заметим, что этот переход в основном касается модальных значений, т.е., тех участников, которые ответили на 7-10 вопросов.

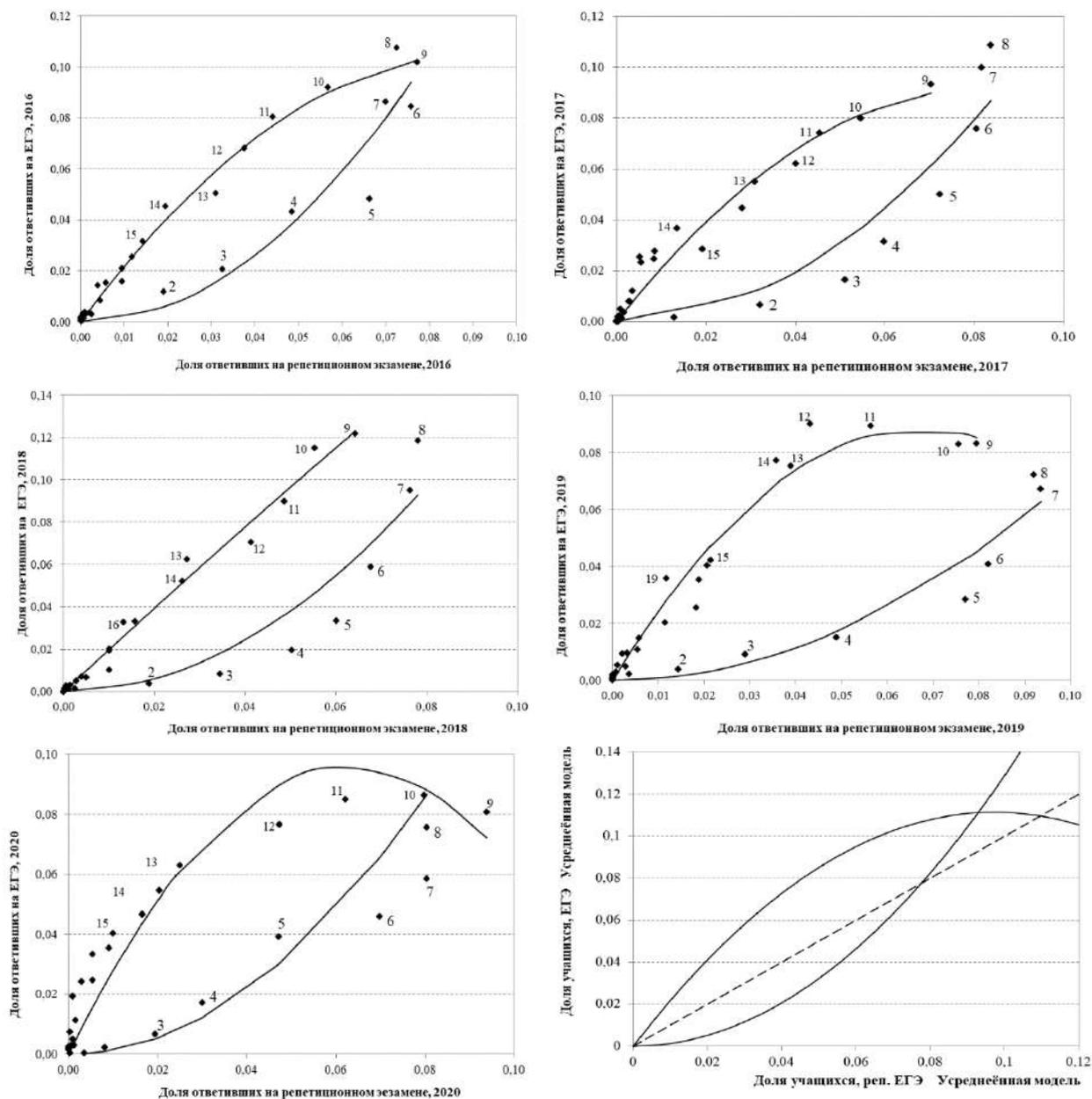


Рис. 2. Связь долей по количеству отвеченных вопросов на репетиционном экзамене и ЕГЭ и их модели, 2016-2020 гг., а также обобщающая усреднённая модель. Прямая $y=x$ отображена в виде пунктирной линии

В итоге, если на репетиционном экзамене на три вопроса ответили, например, 2% участников, то на ЕГЭ следует ожидать, что на три вопроса ответят уже

$y = 13,396 \cdot 0,0004 = 0,00536$, т.е. практически 0,54% (т.е., почти 4-кратное снижение). Если же на репетиционном экзамене 5% ответили на 15 вопросов, то на ЕГЭ следует ожидать $y = -13,513 \cdot 0,05^2 + 2,290 \cdot 0,05 = 0,0807$, т.е., практически 8,1% (увеличение более чем в полтора раза).

Таким образом, найдены модели взаимосвязи долей участников ЕГЭ (профильная математика) и его репетиций, ответивших на одинаковое количество вопросов. Выявлен нетипичный характер модели 2020 г., который объясняется влиянием пандемии COVID-19. Построена усреднённая модель взаимосвязи долей, показывающая, что доли ответивших на 1-8 баллов на репетиции на ЕГЭ снижаются, в то время как доли ответивших на 9-32 вопроса увеличиваются, более того, доля ответивших на 15-32 вопроса существенно увеличивается, т.е. в среднем, те, кто был хорошо подготовлен к репетиционному экзамену, перед ЕГЭ усиленно готовились и показали существенно лучший результат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Benks E. A., Ilyukhin B. V., Serbina N. P.* External barriers affecting the education success in Russian schools // Proceedings of 16th International Technology, Education and Development Conf. 2022. P. 10501-10505.
2. *Benks E. A., Ilyukhin B. V., Serbina N. P.* Identification of the influence of unforeseen external influences (COVID-19 pandemic) on educational outcomes in the general education system // Proceedings of 15th International Conf. of Education, Research and Innovation. 2022. P. 8214.
3. *Katsman Y. Y., Lepustin A. V., Ilyukhin B. V., Lepustina E. V., Zenkova Z. Z.* The stochastic model of the impact of context factors to educational results of Tomsk school graduates // Proceeding of 2016 IEEE Global Engineering Education Conference. 2016. P. 767-771.
4. *Khudorozhkov I., Ilyukhin B. V., Benks E. A., Serbina N. P.* Assessment of the impact of resource management mechanisms on the educational results of the school // Proceedings of 14th International Conference On Education And New Learning Technologies. 2022. P. 7504-7510.
5. *Багирова И. Х., Зенкова Ж. Н.* Моделирование готовности студентов к профессиональной деятельности с учетом мнений работодателей // Экономика и предпринимательство. 2016. № 8 (73). С. 719-726.
6. *Илюхин Б. В., Бенкс Е. А., Сербина Н. П., Гусякова В. И.* Анализ внешнего контекста общеобразовательных организаций, значимо влияющего на образовательные результаты, в региональных системах управления образованием // Перспективы науки и образования. 2021. № 5 (53). С. 495-511.
7. *Илюхин Б. В., Савиных Г. П., Зенкова Ж. Н., Сербина Н. П., Кабанова Т. В.* Использование результатов государственной итоговой аттестации в организации обучения школьников точным наукам // Перспективы науки и образования. 2022. № 5 (59). С. 219-232.
8. *Савиных Г. П., Илюхин Б. В., Машарова Т. В.* О состоянии внутренних систем оценки качества образования в школах России // Перспективы науки и образования. 2021. № 2 (50). С. 501-512.
9. Мхитарян В. С., Архипова М. Ю., Балаш В. А. и др. Эконометрика : учебник / М. : Проспект. 2014, 380 с.
10. *Shapiro S. S., Wilk M. B.* An analysis of variance test for normality (complete samples) // *Biometrika*. 1965. Vol. 52. No 3 (4). P. 591-611.
11. *Кобзарь А. И.* Прикладная математическая статистика для инженеров и научных работников / М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. 816 с.

ПРИМЕНЕНИЕ УСТОЙЧИВЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ЛЕВИ И ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПОРТФЕЛЯ ЦЕННЫХ БУМАГ

Л. Н. Каваленя

Центральный банк Российской Федерации, Москва
E-mail: ln.kavalenya@ya.ru

В статье рассматривается задача нахождения на основе численной оптимизации такой структуры портфеля ценных бумаг, которая будет минимизировать показатель портфельного риска VaR в предположении, что распределение доходности активов относится к классу $S(\alpha; \beta; \sigma; \delta)$.

APPLICATION OF STABLE LEVY DISTRIBUTIONS AND GENETIC ALGORITHMS FOR SECURITIES PORTFOLIO OPTIMIZATION

L. N. Kavalenya

The article considers the problem of finding, on the basis of numerical optimization, such a securities portfolio structure that will minimize the portfolio risk index VaR under the assuming that the asset yield distribution belongs to class $S(\alpha; \beta; \sigma; \delta)$.

1 Введение. В 1960-х года Б. Мандельброт [1] выдвинул гипотезу, что распределение доходностей торгуемых на бирже акций описывается т.н. устойчивыми распределениями Леви, включающими Гауссово распределение на правах частного случая ($\alpha = 2, \beta = 0$):

$$\ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \sim S(\alpha; \beta; \sigma; \delta). \quad (1)$$

Таким образом, Б. Мандельброт указал на необходимость обобщения портфельной модели Марковица [2] для произвольных значений параметров $(\alpha; \beta; \sigma; \delta)$.

До настоящего времени данная задача остается нерешенной, что связано с рядом специфических свойств класса $S(\alpha; \beta; \sigma; \delta)$:

1. Распределение Гаусса является единственным из класса устойчивых распределений, которое имеет конечную дисперсию. В общем случае, справедливо равенство:

$$E|X|^p = \begin{cases} < \infty, & \text{если } p < \alpha \\ = \infty, & \text{если } p > \alpha \end{cases} \quad (2)$$

2. Ковариация двух устойчивых случайных величин (УСВ) определена тоже только для случая $\alpha = 2$

3. Правила сложения УСВ в настоящее время известны только для независимых СВ с общим индексом устойчивости α . Так, если X_1, X_2, \dots, X_n : $X_i \sim S(\alpha; \beta; \sigma; \delta)$, то их сумма $X = X_1 + X_2 + \dots + X_n$ будет иметь параметры

УСВ:

$$\alpha = \alpha \quad (3)$$

$$\sigma = (\sigma_1^\alpha + \sigma_2^\alpha + \dots + \sigma_n^\alpha)^{1/\alpha} \quad (4)$$

$$\beta = \frac{(\beta_1 \sigma_1^\alpha + \beta_2 \sigma_2^\alpha + \dots + \beta_n \sigma_n^\alpha)}{(\sigma_1^\alpha + \sigma_2^\alpha + \dots + \sigma_n^\alpha)} \quad (5)$$

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_n \quad (6)$$

4. Аналитических формул, позволяющих определять параметры композиции устойчивых случайных величин с произвольными $\alpha; \beta; \sigma; \delta$ в настоящее время нет как для зависимых, так и для независимых случайных величин [3,4].

Указанные свойства УСВ приводят к необходимости использования иных (нежели σ из модели Марковица) мер портфельного риска и предложения численных методов поиска оптимального портфеля.

Например, может быть использована метрика Value at Risk (VaR), отражающая уровень потерь по портфелю, который с заданной вероятностью не будет превышен. В данной работе рассмотрена задача минимизации портфельного риска VaR в предположении о принадлежности распределения доходности активов к классу $S(\alpha; \beta; \sigma; \delta)$ на основе т.н. генетических алгоритмов.

2. Постановка математической задачи

Основываясь на содержательной постановке цели работы, можно сформулировать следующую формальную задачу поиска Парето-оптимального множества портфелей ценных бумаг на основе информации об исторической доходности активов.

Введём необходимые обозначения. Пусть портфель $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ состоит из n активов, и доля актива k составляет w_k от величины единичного капитала в начальный момент времени. Для каждого актива k известна его цена $p_k(t)$ в конце дискретных периодов времени $t = 0, \dots, T$.

Примем в качестве показателя доходности актива на периоде времени t его логарифмическую доходность:

$$r_k(t) = \ln \left(\frac{p_k(t)}{p_k(t-1)} \right) \quad (7)$$

Тогда средняя логарифмическая доходность актива k за время T (историческая доходность) составит:

$$R_k = \frac{1}{T} \ln \left(\frac{p_k(T)}{p_k(0)} \right). \quad (8)$$

Наряду с показателем доходности определим показатель риска актива как:

$$S_k = VaR_k, \quad (9)$$

где VaR_k представляет собой $k\%$ -квантиль устойчивого распределения $S(\mu; \sigma; \alpha; \beta)$, аппроксимирующего эмпирическое распределение доходности актива k за время t на интервале $[0, T]$.

Аналогичным образом введем показатели доходности $R_w(t)$, исторической доходности $R(w)$ и риска $S(w)$ для портфеля ценных бумаг w :

$$R_w(t) = \sum_{k=1}^n r_k(t)w_k, \quad (10)$$

$$R(w) = \sum_{k=1}^n R_k w_k, \quad (11)$$

$$S(w) = \text{VaR}(w), \quad (12)$$

где $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ — распределение капитала по активам в начальный момент времени, удовлетворяющее условию отсутствия коротких продаж ($w_k \geq 0$):

$$\sum_{k=1}^n w_k = 1, \quad (13)$$

$$w_k \geq 0 \quad \forall k \in \{1, 2, \dots, n\}, \quad (14)$$

$$w_k \leq 1 \quad \forall k \in \{1, 2, \dots, n\}. \quad (15)$$

Будем называть портфель λ -оптимальным, если веса $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ таковы, что доставляют наименьшее значение портфельного риска $S(w(\lambda))$ при условии:

$$\sum_{k=1}^n R_k w_k = R(w) = \lambda > 0. \quad (16)$$

Таким образом, параметрическая кривая

$$\begin{cases} r = \lambda, \\ s = S(w(\lambda)) \end{cases} \quad (17)$$

задаёт Парето-оптимальное множество портфелей на плоскости «доходность – риск».

3. Эмпирическая база исследования и выбор квантиля VaR

В представленной работе были использованы данные торгов по 626 компаниям, входившим в индекс S&P 500 в течение 2000–2023гг. Из них 358 имели непрерывную историю котировок на рассматриваемом интервале. Для учета фактора дивидендных выплат использовалось т.н. «скорректированные цены закрытия» Adj.Close¹.

Для каждой акции была проведена оценка параметров устойчивого распределения, аппроксимирующего ежедневную доходность в 2000-2023гг. Значения параметров α , характеризующих скорость убывания «хвостов распределения» и β , отвечающего за асимметрию, у большинства бумаг оказались значительно удалены от параметров распределения гаусса (2 и 0 соответственно)-см. рис. 1

¹ Исходные данные о ценах закрытия сформированы на основе запросов к базе Yahoo.Finance

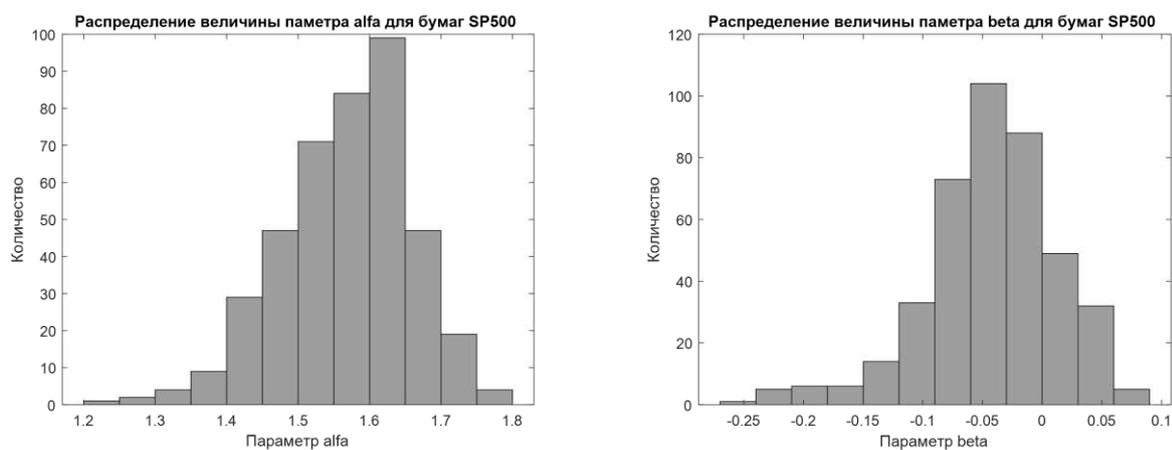


Рис. 1. Оценка параметров устойчивого распределения дневных доходностей акций, входящих в индекс SP_500

В целом, анализ показал очень высокую точность аппроксимации фактических данных, в особенности в области малых отклонений случайной величины от своего среднего значения. В качестве типичного примера можно привести эмпирическую и аналитическую функции распределения однодневной доходности для акции AAPL (Apple):

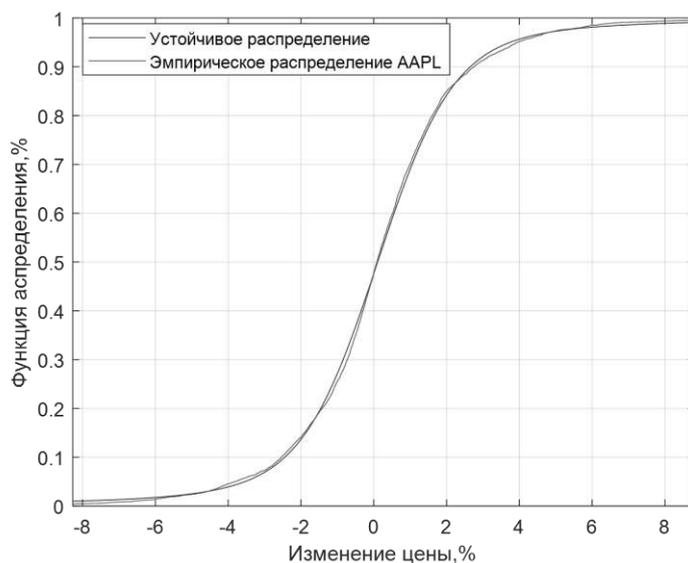


Рис. 2 Аппроксимации распределения дневной доходности устойчивым распределением на примере Apple в 2000-2019гг.
(Параметры распределения $S[1.58,0,0.127,0.001]$)

В то же время, у большинства бумаг было обнаружено систематическое расхождение распределений в области экстремальных значений (менее 3% наблюдений): хвосты эмпирического распределения спадают быстрее, чем в теоретическом случае:

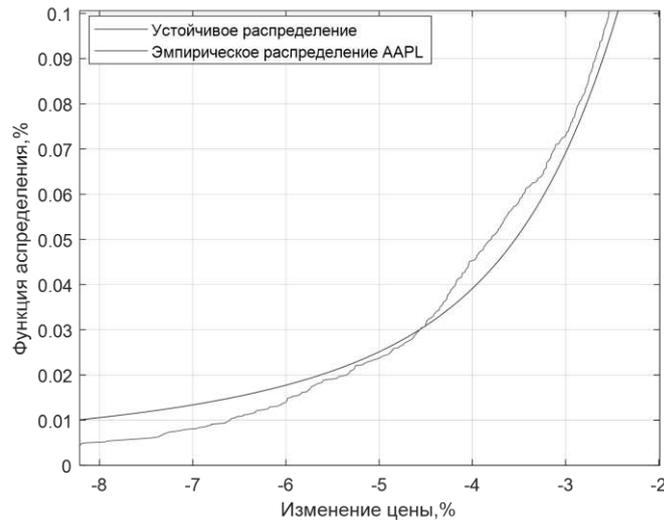


Рис.3 Распределение 10% самых больших ежедневных падений AAPL

Данный эффект является существенным в свете необходимости выбора оптимизируемого квантиля. Наиболее часто используемыми на практике выступают VaR_95%, VaR_99%, VaR_99,9% [5]. При этом анализ показал, что минимальный квантиль, при котором значения эмпирической и аппроксимирующей функции распределения совпадают, для большинства акций выборки лежит в интервале 2-4%. Например, для приведенного на рис.2 и 3 распределении доходности акции Apple, оптимальным квантилем выступает 3%, что соответствует падению котировки на -4.5%. Распределение величины оптимального квантиля для всех акций приведено на рис. 4.

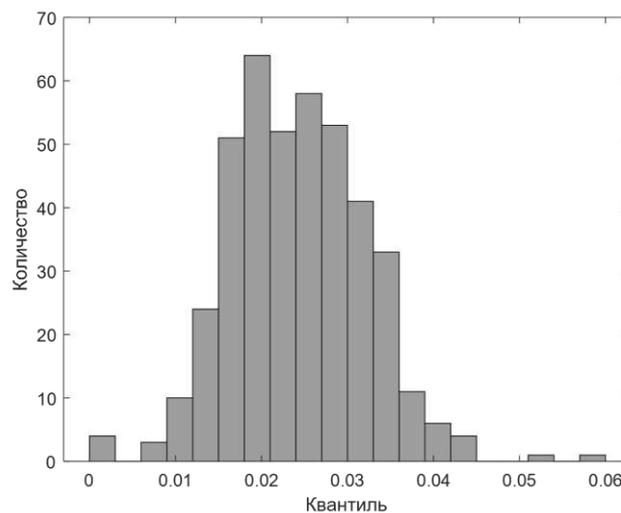


Рис. 4. Квантиль, при котором эмпирическая и устойчивая функции распределения вероятностей совпадают

Таким образом без переопределения значений функции устойчивого распределения в области экстремальных значений (об использовании т.н. «усечен-

ных распределений Леви см. [6]) оптимальным значением целевого VaR выступает 96-98%. Основываясь на этих оценках в настоящей работе в качестве показателя риска, использовался VaR_97%.

4. Оптимизация портфеля для частных случаев

С учетом приведенных во введении свойств устойчивых распределений можно разбить исходную задачу на 3 случая

1. Все образующие активы имеют общий индекс устойчивости $\alpha=2$
2. Активы имеют общие для всех параметры устойчивости $1 < \alpha < 2$ и скола $-1 \leq \beta \leq 1$
3. Активы имеют произвольные параметры α и β

Случаи 1 и 2 являются вырожденными и как показано ниже, могут быть эффективно решены методами соответственно квадратического и линейного программирования.

Случай 1 с $\alpha=2$ эквивалентен допущению о нормальном распределении доходностей образующих портфель активов $S(2; 0; \sigma; \delta)$. Тогда, используя свойство линейной зависимости квантиля центрированного нормального распределения и его среднеквадратического отклонения:

$$N(\sigma, 0)^{-1} = \sigma N(1, 0)^{-1} \quad (18)$$

задача поиска портфеля с минимальным показателем VaR может быть сведена к задаче минимизации дисперсии доходности портфеля (Модель Марковица [2]).

Случай 2 не включает активы с $\alpha=1$, которые соответствуют распределению Коши $S(1; 0; \sigma; \delta)$, формально не имеющим не только дисперсии, но и математического ожидания.

Согласно свойствам УСВ (3-6) любая выпуклая комбинация УСВ с общими параметрами α, β будет принадлежать тому же подклассу. Это свойство позволяет свести поиск портфеля с минимальным значением VaR к эквивалентной задаче поиска портфеля с минимальным среднелинейным отклонением доходности:

$$\sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^n w_k |(r_k(t) - R_k)| \rightarrow \min \quad (19)$$

Приведенная задача (19) минимизации суммы модулей отклонений представляет собой задачу кусочно-линейного программирования [7, стр.439], которая, в свою очередь, может быть сведена к задаче линейного программирования после следующих операций:

Введем T дополнительных (фиктивных) знакоположительных переменных $y_t > 0$, соответствующих каждому наблюдению в исходном временном ряде.

Для всех T компонент оптимизируемого функционала (19) вида:

$$\sum_{k=1}^n w_k |(r_k(t) - R_k)| \quad (20)$$

(отражающих модуль отклонения доходности в данном периоде) поставим в соответствие следующую пару неравенств:

$$\sum_{k=1}^n (r_k(t) - R_k)w_k \leq +y_t \quad (21)$$

$$\sum_{k=1}^n (r_k(t) - R_k)w_k \leq -y_t$$

С учетом представленных замен переменных задача поиска портфеля с минимальным значением среднелинейного отклонения доходности (в англоязычной литературе Mean-Absolut Portfolio) принимает вид стандартной задачи линейного программирования с ограничениями в форме неравенств:

$$\sum_{t=1}^T y_t \rightarrow \min$$

$$\sum_{k=1}^n (r_k(t) - R_k)w_k \leq +y_t \quad \forall t \in \{1, 2, \dots, T\}$$

$$\sum_{k=1}^n (r_k(t) - R_k)w_k \leq -y_t \quad \forall t \in \{1, 2, \dots, T\}$$

$$\sum_{k=1}^n R_k w_k = \lambda \quad (22)$$

$$\sum_{k=1}^n w_k = 1$$

$$w_k \geq 0 \quad \forall k \in \{1, 2, \dots, n\}$$

$$w_k \leq 1 \quad \forall k \in \{1, 2, \dots, n\}$$

$$y_t \geq 0 \quad \forall t \in \{1, 2, \dots, T\}$$

5. Оптимизация портфеля с произвольными α и β с помощью генетических алгоритмов

Задача нахождения допустимого портфеля с минимальным VaR в случае произвольных значений параметров α , β у образующих активов характеризуется рядом важных особенностей:

1. Пространство решений имеет высокую размерность (для практической ценности количество активов должно исчисляться сотнями)
2. Целевая функция является нелинейной
3. Нет аналитических оценок для градиента целевой функции
4. Наличие большого количества локальных минимумов

Данные обстоятельства накладывают значительные ограничения на выбор метода поиска оптимального решения. Одним из возможных вариантов высту-

пает использование т.н. генетических алгоритмов. Данный метод стохастического поиска является универсальным, применимым к максимально широкому кругу задач поскольку требует только вычисления целевой функции.

Приведем краткую интерпретацию базовых понятий ГА в рамках решаемой задачи портфельной оптимизации:

Таблица 1

Некоторые понятия, используемые в генетических алгоритмах

Характеристика ГА	Значение	Интерпретация
Хромосома (особь)	вектор, представляющий возможное решение	распределение капитала по активам: $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$
Ген	фиксированный элемент в хромосоме	доля капитала в соответствующем активе w_i
Популяция	множество хромосом	множество портфелей
Функция приспособленности (fitness function)	функция, подлежащая оптимизации	3%-квантиль устойчивого распределения $S(\mu; \sigma; \alpha; \beta)$, аппроксимирующего эмпирическое распределение доходности портфеля $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$

При большом разнообразии применяемых эвристических методов [8, 9], в своей основе любой ГА состоит в итеративном применении к популяции следующих т.н. генетических операторов:

- Оператор отбора (Selection Functon): задает правило выделения «родительских» хромосом(особей), принимающих участие в формировании новых хромосом для следующей популяции

- Оператор скрещивания (Crossover Functon): задает порядок получения дочерних хромосом на основе родительских

- Оператор мутации (Mutation Functon): обеспечивает случайное изменение одной или нескольких генов в хромосоме. Мутация используется для выведения решения из локального экстремума целевой функции

Полученные на основе приведенной схемы дочерние хромосомы сравниваются по величине целевой функции с родительскими и формируют новую популяцию и цикл ГА завершается.

Используя библиотеку Matlab Genetic Algorithm был реализован алгоритм генетического поиска оптимального для фиксированного уровня доходности со следующими параметрами:

1. Хромосома представлена в виде вектора с ограничениями согласно формулам (13-15)

2. Исходная популяция образована на основе равномерного распределения в пространстве допустимых решений и дополнена двумя эталонными портфелями, полученными при оптимизации исторического среднеквадратического и среднелинейного отклонений (см.п.4).

3. Размер популяции определен на основе экспертных оценок в 200 шт.

4. Расчет целевой функции осуществлялся на основе вспомогательной про-

граммы, оценивающей квантиль устойчивого распределения доходности портфеля при данном решении $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$.

5. Оператор скрещивания хромосом- “Arithmetic”, при котором дочерние хромосомы представляют собой простое среднее родительских. Параметр вероятности скрещивания 0.8

6. Оператор мутации: “Mutationadaptfeasible” – единственная из встроенных функций мутации Matlab, которая совместима с линейными ограничениями на переменные. Алгоритм «адаптивной мутации» при выборе направления и величины случайного изменения гена учитывает результат мутации на прошлых итерациях.

7. Использовалась «стратегия элитарности», предполагающей переход из старой популяции в новую двух хромосом с лучшим показателем целевой функции

8. Применялся т.н. гибридный ГА: после итерации ГА осуществляется локальная оптимизация каждой из хромосом на основании встроенной функции Matlab для поиска минимума нелинейной функции при линейных ограничениях `fmincon`.

Помимо приведенной задачи оптимизации скалярной целевой функции, библиотека Matlab Genetic Algorithm позволяет проводить многокритериальную оптимизацию, что обеспечивает поиск одновременно всей Парето-оптимальной границы допустимых портфелей. Отличительными особенностями данного генетического алгоритма выступают:

1. Скалярная функция приспособленности заменяется рангом, отражающим близость хромосомы к Парето-границе (ей присваивается ранг 1)

2. Отсутствует линейное ограничение на веса целевой функции, отражающее требуемую фиксированную доходность портфеля.

3. Отсутствуют элитарные хромосомы, переходящие в дочернюю популяцию.

4. Популяция дополняется сразу всеми портфелями, Парето-эффективными с точки зрения среднеквадратического и среднелинейного отклонения доходности.

5. Специфический оператор селекции родительских хромосом: “Selectiontournament”, при котором проводится серия случайных выборов нескольких хромосом (т.н. турниров) и лучшие по рангу особи формируют множество родительских хромосом

6. Оператор скрещивания получает дополнительный параметр 'DistanceFcn', определяющий алгоритм скрещивания родительским особей. Вариант 'genotype'-объединяет хромосомы, близкие по структуре $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$, в то время как 'phenotype'-объединяет в родительские пары хромосомы, близкие по рангу.

7. Предельное количество генераций установлено 100 по сравнению с 30 в скалярном случае

На основании приведенных выше скалярного и многокритериального генетических алгоритмов, а также с использованием линейного и квадратического

программирования для поиска первого приближения был построен комбинированный ГА, осуществляющий поиск Парето-оптимального портфеля и включающий в себя следующие блоки:

1. Нахождение Парето-границ для среднеквадратической (MV) и среднелинейной (MAD) функции риска.

2. Нахождение опорных точек на границе Парето с помощью гибридного генетического алгоритма со скалярной целевой функцией риска и линейным ограничением на доходность.

3. Формирование начальной популяции хромосом из множеств, полученных на этапе 1 и 2 и равномерно распределенных случайных хромосом.

4. Нахождение Парето-оптимального множества портфелей на основе генетического алгоритма с бикритериальной целевой функцией доходность – риск и начальной популяции согласно п.3.

6. Результаты численной оптимизации

Алгоритм генетической оптимизации был предварительно протестирован на решении эталонных задач поиска MV и MAD-оптимальных портфелей ценных бумаг, что позволило выявить ряд практических недостатков данного метода, существенных при интерпретации его результатов.

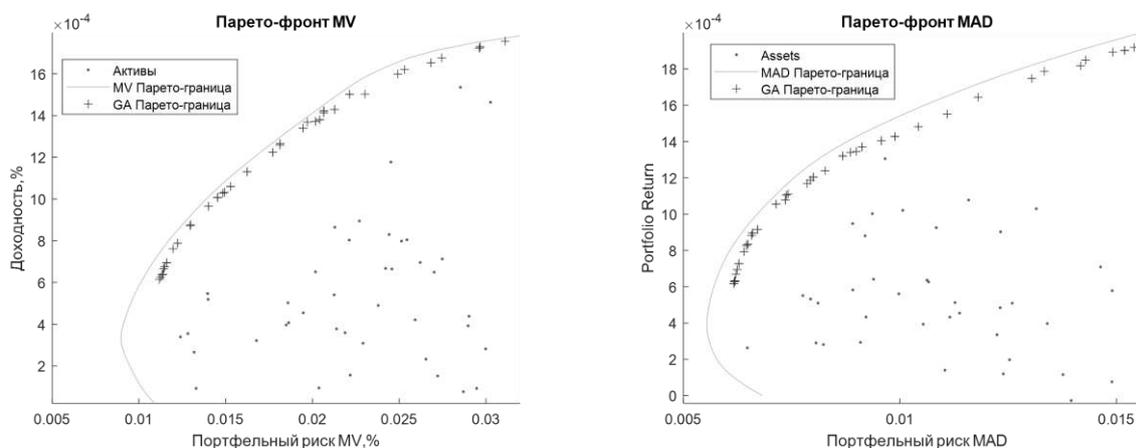


Рис. 5. Применение генетического алгоритма для решения задачи MV и MAD-оптимизации

Приведенные на рис. 5 результаты подтвердили указанную в п.5 возможность нахождения окрестности истинной Парето-границы для любой целевой функции риска портфеля. При этом точные значения структуры оптимальных портфелей не достигаются ввиду сохранения минимального веса в генах, которые при линейной и квадратической оптимизации получают нулевые значения. Данный недостаток ГА может быть нивелирован увеличением количества тактов оптимизации.

Применение ГА для поиска VaR-оптимальных портфелей осуществлялось для различных выборок ценных бумаг (от 10 до 100) на интервалах доходности 1, 5 и 20 дней. Количество отсчетов принималось не менее 100 для корректной оценки параметров устойчивого распределения.

Анализ полученных результатов показал, что использование ГА может значительно снизить метрику VaR по сравнению с среднеквадратической и среднелинейной оптимизацией портфеля, выступавшими в роли эталонных.

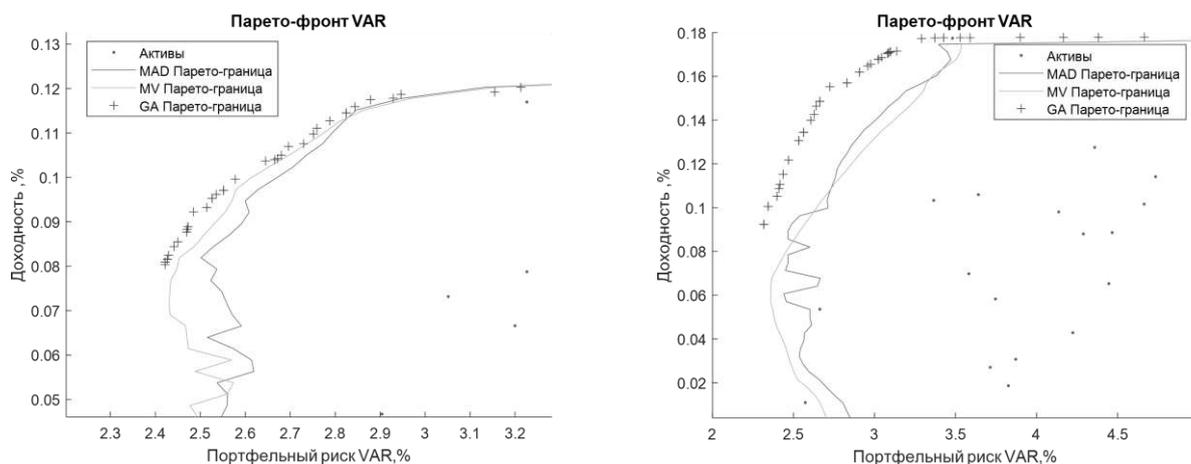


Рис. 6. Парето-границы VaR за 1 торговый день, полученные при оптимизации среднеквадратического (MV) и среднелинейного (MAD) отклонений доходности, а также генетическим алгоритмом (GA_Optimal).

Слева: для портфеля из 50 случайных акций из SP_500.
 Обучающая выборка- 1000 торговых сессий после 15/07/2020.
 Справа: для портфеля из 100 случайных акций из SP_500.
 Обучающая выборка- 500 торговых сессий после 3/05/2010.

Зачастую эталонные Парето-границы вообще не образовывали выпуклого множества при отображении их на плоскость VaR-Return:

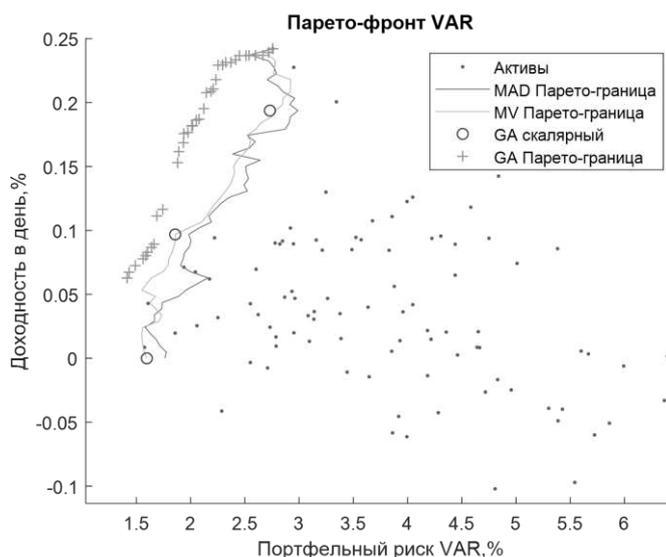


Рис. 7. Парето-границы VaR за 1 торговый день, полученные при оптимизации среднеквадратического (MV) и среднелинейного (MAD) отклонений доходности, а также генетическим алгоритмом (GA_Optimal).

Для портфеля из 100 случайных акций из SP_500.
 Обучающая выборка- 300 торговых сессий после 27/09/2010

Наблюдаемый эффект объясняется низкой устойчивостью оценок среднеквадратического и среднелинейного отклонений для небольших выборок случайных величин, характеризующихся т.н. «толстыми хвостами» и асимметрией плотности. В то же время восстановление аналитической функции распределения, которое осуществляет представленный ГА, позволяет оценивать вероятность событий, которые отсутствуют в обучающей выборке, либо представлены недостаточно.

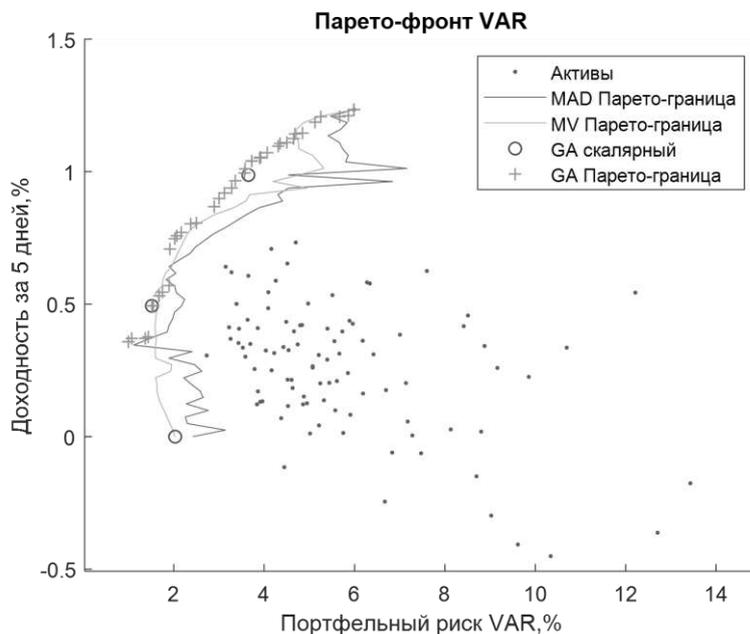


Рис. 8. Парето-границы VaR за 5 торговых дней, полученные при оптимизации на основе среднеквадратического (MV) и среднелинейного (MAD) отклонений доходности, а также генетическим алгоритмом (GA_Optimal). Для портфеля из 100 случайных акций из SP_500. Обучающая выборка- 500 торговых сессий после 17/11/2017.

Отметим, что с увеличением количества отсчетов в обучающей выборке наблюдалось сближение эффективных Парето-границ, полученных всеми тремя способами.

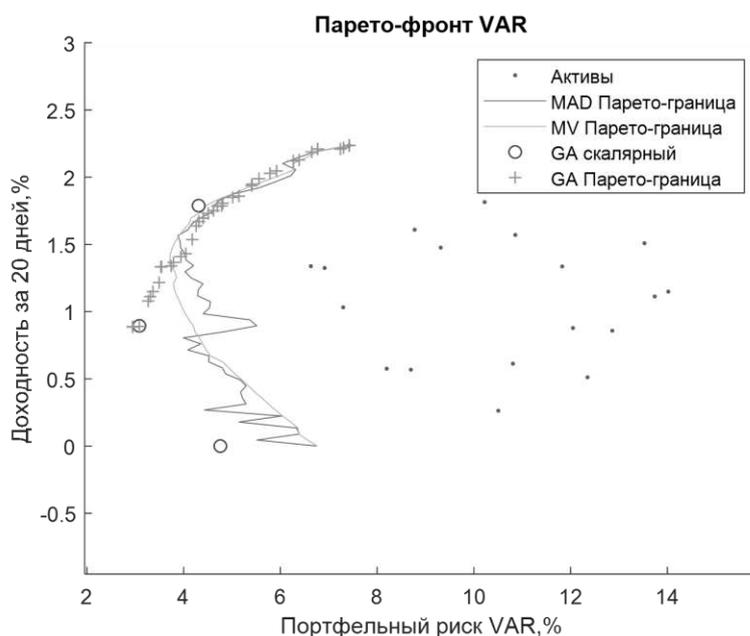


Рис. 9. Парето-границы VaR за 20 торговых дней, полученные при оптимизации на основе среднеквадратического (MV) и среднелинейного (MAD) отклонений доходности, а также генетическим алгоритмом (GA_Optimal). Для портфеля из 25 случайных акций SP_500. Обучающая выборка- 2000 торговых сессий после 17/11/2017

Заключение.

В ходе выполнения поставленной задачи портфельной оптимизации, были получены следующие результаты:

1. На широкой выборке ценных бумаг было проведено тестирование устойчивых распределений Леви для целей аппроксимации доходностей биржевых акций и сделан вывод о корректности их использования.

2. Получена оценка значений квантиля распределения возможных потерь (VaR), которые могут быть использованы при оптимизации портфеля на основе устойчивых распределений (96-98%).

3. Для общего случая с произвольными значениями индексов устойчивости и скоса проведена оптимизация портфеля на основе комбинированного генетического алгоритма. Осуществленные численные эксперименты показали возможность использования данного метода для поиска VaR-оптимального портфеля ценных бумаг.

4. Вместе с тем, генетический алгоритм продемонстрировал ряд недостатков, присущих алгоритмам стохастического поиска. Так, несмотря на эффективное использование ГА параллельных вычислений, успешное решение поставленной задачи было получено только для ограниченного количества акций (до 100). Отметим, что алгоритм оптимизации среднелинейного отклонения показал возможность решения задачи для всех 626 акций с использованием всей истории торгов (5974 наблюдения) за несущественное время.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Mandelbrot B., Taylor H.* On the distribution of stock price differences // Operations research. 1967. 15 (6). P. 1057-1062.
2. *Markowitz H.* Portfolio selection // The Journal of Finance. 1952. Vol. 7. No. 1 P. 77-91.
3. *Rachev T. S., Menn C., Fabozzi F.* Fat-tailed and skewed asset return distributions / John Wiley & Sons, 2005.
4. *Samorodnitsky G., Taqqu M. S.* Stable non-Gaussian random processes / Stochastic models with infinite variance. Chapman & Hall, 1994.
5. *Дробыш И. И.* Современные методы расчета величины Value-at-Risk при оценке рыночных рисков // Труды института системного анализа РАН. 2018. Т. 68. № 3. С. 51-62.
6. *Мантенья Р. Н., Стенли Х. Ю.* Введение в эконофизику / Перевод с английского В. И. Гусева. М. : Либроком, 2007. 192 с.
7. *Гольштейн Е. Г., Юдин Д. Б.* Новые направления в линейном программировании / М. : «Советское радио», 1966. 524 с.
8. *Гладков Л. А., Курейчик В. В., Курейчик В. М.* Генетические алгоритмы : учебное пособие. 2-е изд. / М. : Физматлит, 2006. 368 с.
9. *Панченко Т. В.* Генетические алгоритмы: учебно-методическое пособие / под ред. Ю. Ю. Тарасевича. Астрахань : Астраханский университет, 2007. 87 с.

МНОГОФАКТОРНАЯ МОДЕЛЬ ИНДЕКСА ВВП С НЕЛИНЕЙНО РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ЛАГАМИ

Н. В. Концевая

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва
E-mail: NVKontsevaya@fa.ru

Рассматривается использование полиномиальной структуры лага при построении многофакторной динамической модели. Показан выбор степени полинома и количества лаговых переменных на примере моделирования и прогнозирования динамики индекса ВВП РФ, показаны преимущества многофакторной динамической модели с полиномиальным лагом в сравнении с классическими многофакторными моделями.

MULTIVARIATE MODEL OF THE GDP INDEX WITH NON-LINEARLY DISTRIBUTED LAGS

N. V. Kontsevaya

The use of the polynomial lag structure in the construction of a multifactor dynamic model is considered. The choice of the degree of the polynomial and the number of lag variables is shown by the example of modeling and forecasting the dynamics of the Russian GDP index, the advantages of a multifactor dynamic model with a polynomial lag in comparison with classical multifactor models are shown.

Идея использования распределенных лагов, предложенная Ирвингом Фишером (1930), обрела популярность в виде полиномиального обобщения лага Фишера, предложенного Ширли Алмон (1965). Подход Алмон можно интерпретировать как наложение набора линейных ограничений на оценку МНК [1, с. 180]. Общий вид модели с одним регрессором с распределенным лагом:

$$y_t = a + b_0x_t + b_1x_{t-1} + b_2x_{t-2} + b_px_{t-p} + e_t \quad (1)$$

Спецификация предполагает, что если в момент времени t происходит изменение независимой переменной x , то это изменение будет влиять на значения переменной y в течение p последующих моментов времени. Коэффициент регрессии b_0 при x_t характеризует среднее абсолютное изменение y , при изменении x_t на 1 единицу в текущий момент времени t , без последствия. Иными словами, это краткосрочный мультипликатор. Тогда величину b можно считать долгосрочным мультипликатором:

$$b_0 + b_1 + b_2 + \dots + b_p = b. \quad (2)$$

Существуют три основных проблемы при использовании моделей с распределенными лагами на практике. Во-первых, низкая вероятность построить статистически значимую модель с параметрами одинаковых знаков. Во-вторых, текущие и лаговые значения независимой переменной, обычно тесно коррелируют, и оценка параметров модели затруднена в условиях мультиколлинеарности регрессоров. В-третьих, – это проблема автокорреляции остатков. Все вместе делает оценивание модели ненадежной, а иногда и невозможной процедурой.

В качестве борьбы с недостатками выдвигаются априорные предположения относительно определенных ограничений на коэффициенты регрессии в условиях выбранной структуры лага. Ограничения связаны с предполагаемо различным по силе воздействию лаговых переменных на эндогенный показатель и учитываются с помощью коэффициентов регрессии при факторных переменных.

В общем виде, для полинома k – ой степени структура параметров:

$$b_j = c_0 + c_1j + c_2j^2 + c_3j^3 + \dots + c_kj^k. \quad (3)$$

Подставляя в (1) найденные соотношения для b_j , получаем:

$$y_t = a + c_0 x_t + (c_0 + c_1 + \dots + c_k)x_{t-1} + (c_0 + 2c_1 + 4c_2 + \dots + 2^k c_k)x_{t-2} + (c_0 + 3c_1 + 9c_2 + \dots + 3^k c_k)x_{t-3} + (c_0 + pc_1 + p^2c_k \dots + p^k c_k)x_{t-p} + e_t \quad (4)$$

Перегруппировав слагаемые, получим модель вида:

$$y_t = a + c_0 z_0 + c_1 z_1 + c_2 z_2 + \dots + c_k z_k + e_t. \quad (5)$$

где

$$z_k = x_{t-1} + 2^k x_{t-2} + 3^k x_{t-3} + \dots + p^k x_{t-p}. \quad (6)$$

Тогда параметры многофакторной модели легко оценить обычным МНК:

$$\tilde{a} = (Z^T Z)^{-1} Z^T Y \quad (7)$$

Причем мультиколлинеарность для моделей с полиномиальной структурой лагов является меньшим злом, в сравнении с обычными распределенными лагами. Приблизительное впечатление о надежности оценочных коэффициентов регрессии можно получить, изучив, насколько хорошо линия регрессии объясняет данные, существует ли серийная корреляция в остатках и, среди прочего, является ли общая модель значимой [2, с. 78]. Ковариационная матрица тогда:

$$C_{\tilde{a}\tilde{a}} = \sigma^2 (Z^T Z)^{-1} \quad (8)$$

Полиномиальная структура распределенных лагов определяет матрицу перехода H таким образом, чтобы выполнялось:

$$\tilde{\beta} = H\tilde{a} \quad (9)$$

где $\tilde{\beta}$ – оцененные параметры исходной спецификации, причем ковариационная матрица для них:

$$C_{\tilde{\beta}\tilde{\beta}} = Cov(H\tilde{a}, H\tilde{a}) = H C_{\tilde{a}\tilde{a}} H^T. \quad (10)$$

На практике лаги Алмон могут вызвать следующие трудности. Во-первых, выбор меньшего лага, чем его реальное значение, приведет к неверной спецификации модели, что проявится в остатках в виде невыполнения предпосылок МНК. Выбор слишком большей величины лага будет означать включение статистически не значимых факторов и снижение эффективности оценок, при этом, оценки будут несмещенными. В нескольких исследованиях изучались последствия неправильного указания длины лага или степени полинома в модели лага Алмона: Frost (1975), Harper (1977), Schmidt & Sickles (1975) и д.р. [3, С. 205.]

Вышеуказанные трудности практического использования метода Алмон делают практически невероятным построение спецификации модели, которая бы

при оценке оказывалась качественной, адекватной и с непротиворечивой интерпретацией параметров. Видимо, поэтому на практике данный подход не завоевал популярность у эконометристов. Среди альтернативных моделей распределенного лага предложена многомерная теоретическая схема общей модели распределенного лага Грейс Вахбой (1969). Идея в использовании матриц для отслеживания многомерных эффектов различных лаговых переменных. При этом, многомерной модели распределенного лага, предложенной Вахбой, не хватает визуализации и примеров практического применения [4, С. 400].

Целью работы явилось обобщение метода Алмон на случай нескольких регрессоров, причем структура их лаги может включать как разные степени полиномов, так и разного размера максимальные лаги. Например, для случая двух объясняющих внешних факторов:

$$y_t = a + b_0x1_t + b_1x1_{t-1} + b_2x1_{t-2} + \dots + b_px1_{t-p} + d_0x2_t + d_1x2_{t-1} + d_2x2_{t-2} + \dots + d_qx2_{t-q} + e_t \quad (11)$$

Тогда, предполагая полиномиальную структуру лагов каждого регрессора:

$$b_j = c_0 + c_1j + c_2j^2 + c_3j^3 + \dots + c_kj^k. \quad (12)$$

$$d_j = m_0 + m_1j + m_2j^2 + m_3j^3 + \dots + m_lj^l. \quad (13)$$

Сведем модель (11) к виду:

$$y_t = a + c_0z_0 + c_1z_1 + c_2z_2 + \dots + c_kz_k + m_0v_0 + m_1v_1 + m_2v_2 + \dots + m_lv_l + e_t. \quad (14)$$

Параметры модели и ковариационную матрицу получим аналогично одномерной модели.

Покажем на примере. Построим динамическую модель индекса ВВП России (GDPEA_Q_DIRI, 2003.01 = 100, данные с сайта <http://sophist.hse.ru/>, дата обращения 06.0.2023), период наблюдения с 2009.01 по 2022.03, всего 54 квартала. В качестве объясняющих лаговых переменных выбраны: индекс инвестиций в основной капитал (INVFC_Q_DIRI, 1993.01 = 100, данные с сайта <http://sophist.hse.ru/>, дата обращения 06.0.2023) и индекс выпуска по базовым видам экономической деятельности (BBR_EA_Q_I, 2003.01 = 100), за те же периоды наблюдения. Построим двухфакторную динамическую модель, добавив влияние на текущие квартальные значения индекса ВВП регрессоров за кварталы предыдущего года. Часто бывает так, что между регрессорами существует высокая степень мультиколлинеарности, так что большинство или все оценочные коэффициенты регрессии статистически незначимы, и сделать убедительные выводы об истинных весах невозможно.

Эту проблему можно обойти, введя априорную информацию в процедуру оценки, как правило, наложив ограничения на истинные веса. Если ограничения действительны, оценки весов будут согласованными и более эффективными. Техника запаздывания Алмон вводит априорную информацию путем оценки модели распределенного запаздывания при условии, что веса лежат в полиноме степени p [5]. Результаты оценивания приведены в табл. 1.

Оценка параметров динамической модели
Модель 2: МНК, использованы наблюдения 2010:1-2022:2 (T = 50)

	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	p-значение	
const	38,020	6,085	6,248	<0,0001	***
Z0	-0,058	0,025	-2,348	0,024	**
Z1	-0,005	0,022	-0,240	0,811	
Z2	0,017	0,005	3,338	0,002	***
V0	0,551	0,077	7,139	<0,0001	***
V1	-0,291	0,069	-4,219	0,000	***
V2	0,025	0,017	1,467	0,150	

Приведенная спецификация содержит два незначимых параметра, но все результаты тестирований этой модели на выполнение предпосылок Гаусса-Маркова, на нормальность и точность успешны. Таким образом, незначимость оценок двух параметров вызвана присутствием мультиколлинеарности в лаговых переменных, что завышает дисперсии ошибок при оценке параметров, не вызывая смещения самих оценок.

Таблица 2

Оценка качества динамической модели

Среднее завис. перемен	164,3120	Ст. откл. завис. перемен	14,16468
Сумма кв. остатков	248,4678	Ст. ошибка модели	2,403814
R-квадрат	0,974727	Исправ. R-квадрат	0,971200
F(6, 43)	276,4010	P-значение (F)	1,14e-32
параметр rho	0,001216	Стат. Дарбина-Уотсона	1,924285

Тест на нормальное распределение ошибок -

Нулевая гипотеза: ошибки распределены по нормальному закону.

Тест Дурника-Хансена (Doornik-Hansen) = 0,855, p-значение 0,652

Тест Жарка-Бера (Jarque-Bera) = 0,750, p-значение 0,687

Тест Вайта на гетероскедастичность - Нулевая гипотеза: гетероскедастичность отсутствует. Тестовая статистика: LM = 32,0218

p-значение = $P(\text{Chi-квadrat}(27) > 32,0218) = 0,231277$

LM тест на автокорреляцию до порядка 8 - Нулевая гипотеза: автокорреляция отсутствует. Тестовая статистика: LMF = 0,225562

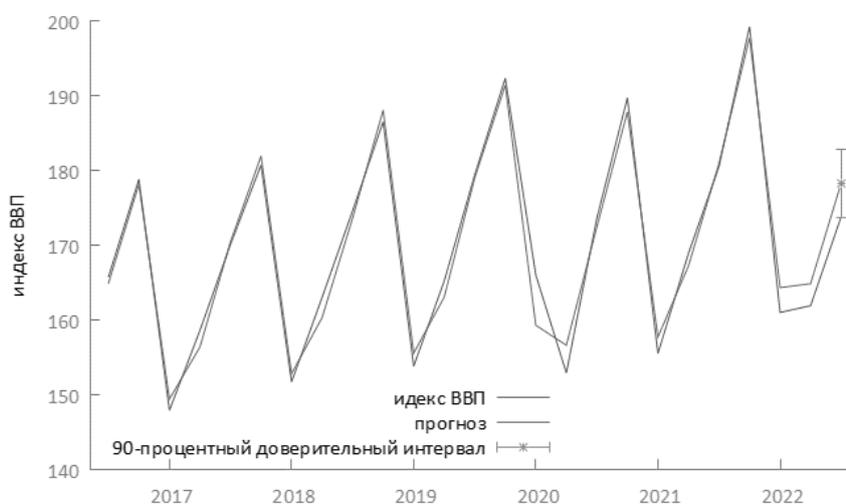
p-значение = $P(F(8, 35) > 0,225562) = 0,983748$

Далее необходимо восстановить исходную спецификацию динамической модели с двумя лаговыми регрессорами, см. табл. 3.

Оценка параметров восстановленной динамической модели

Параметры	X1 - индекс инвестиций	X2 - индекс выпуска	Ст. ошибка	Ст. ошибка	t-статистика	t-статистика
alf	38,020		6,085		6,248	
lag 0	-0,058	0,551	0,025	0,081	-2,273	6,839
lag 1	-0,046	0,284	0,017	0,049	-2,687	5,833
lag 2	0,001	0,068	0,022	0,036	0,049	1,857
lag 3	0,078	-0,100	0,034	0,042	2,314	-2,356
lag 4	0,190	-0,218	0,048	0,094	3,973	-2,313
					t-критич	1,681

Модель при проверке на контрольном квартале (3.2022) оказалась адекватна с $P=0,9$ (см. рисунок), не смотря на сложный 2022 год.



Модель индекса ВВП с распределенными лагами

Используя несколько регрессов, структура влияния которых во времени распределена нелинейно, можно получать модели хорошего качества, согласующиеся с теорией в плане интерпретации оцененных параметров, демонстрирующие адекватные прогностические способности и приемлемые для прогнозирования. Направлением улучшения спецификации модели может служить отбор лагов, при которых параметры модели положительны, причем значения максимальных лагов и порядок их следования могут не совпадать для разных объясняющих переменных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Almon S.* The distributed lag between capital appropriations and expenditures // *Econometrica* : Jan. 1965. Vol. 33. Is. 1. P. 178-196.
2. *Shrestha M. B., Bhatta G. R.,* Selecting appropriate methodological framework for time series data analysis // *The Journal of Finance and Data Science*. 2018. Vol. 4. I. 2. P. 71-89.
3. *Harper C. P.* Testing for the Existence of a Lagged Relationship within Almon's Method

// The Review of Economics and Statistics. 1977. Vol. 59 (2). P. 204-210.

4. *Wahba G.* Estimation of the Coefficients in a Multidimensional Distributed Lag Model // *Econometrica*. 1969. Vol. 37. No. 3. P. 398-407.

5. *Waud R. N.* Almon Lag. In: *The New Palgrave Dictionary of Economics // The New Palgrave Dictionary of Economics*. 2018. P. 259-260. [Electronic resource]. URL: https://doi.org/10.1057/978-1-349-95189-5_385 (date of application: 13.09.2023).

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ-ИНДИКАТОРА НЕГАТИВНЫХ ЭФФЕКТОВ ИНТЕРАКЦИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СРЕДЫ РЕГИОНА И ПРОМЫШЛЕННОГО КЛАСТЕРА НА ЯЗЫКЕ PYTHON

Д. А. Кошечев^{1,2}, Р. В. Гарафутдинов²

*¹Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», Пермь, Россия*

*²Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия
E-mail: dmitry.koshcheev@yandex.ru, rvgarafutdinov@gmail.com*

Настоящее исследование описывает разработку программного решения на языке Python, автоматизирующее процесс идентификации негативных эффектов региона и промышленного кластера в рамках системно-пространственного подхода к исследованию промышленных кластеров. Приложение на Python является альтернативой Microsoft Excel и позволяет автоматизировать применение методик и моделей любой сложности. Решение обладает интуитивным оконным пользовательским интерфейсом, для реализации которого использована библиотека Tkinter. Пользователем вводятся коэффициенты, и по нажатию кнопки программа выводит информацию об областях, в которых наблюдаются негативные эффекты. Предложенное решение облегчает применение разработанного подхода и может быть использовано лицами, ответственными за меры региональной кластерной политики.

CREATING AN INDICATOR PROGRAM FOR NEGATIVE EFFECTS OF INDUSTRIAL CLUSTER AND REGION SOCIAL AND ECONOMIC MILIEU INTERPLAY IN PYTHON

D. A. Koshcheev, R. V. Garafutdinov

The present investigation describes the process of Python software solution development for system and agglomeration approach to industrial cluster investigation. The software mentioned automates the process of negative effects of an industrial cluster and a region interplay identification. A Python app is thought to be an alternative to Microsoft Excel instruments for any models and methods automation. The present software solution has a desktop graphical user interface, built on Tkinter instruments. A user should interpolate cluster multiplier coefficient and cluster coefficient accelerator values, then the app shows the information on “problem spaces”, connected with negative effects of an industrial cluster and a region interplay. The software solution proposed simplifies system and agglomeration approach application. It might be recommended to the officials, responsible for regional industrial cluster policy.

Современные экономические исследования, как правило, сопровождаются множественными математическими вычислениями, построением регрессионных и иных статистических моделей, применением методов оптимизации и т.д. Результатом законченных исследований обычно является методика или модель, применение которой позволяет решить ту или иную практическую проблему или задачу. При этом очень часто эти результаты научных изысканий публикуются в статьях и диссертациях в виде набора формул или словесного описания

методики, что осложняет их применение на практике.

В эпоху повсеместного проникновения информационных технологий во все сферы общественной жизни логичным способом предъявить свои результаты миру является разработка программного решения, позволяющего использовать предложенную модель или методику широкому кругу специалистов. Часто авторы реализуют свою модель в Microsoft Excel, однако этот табличный процессор при всех своих достоинствах обладает весьма ограниченной функциональностью, не позволяющей реализовать хоть сколько-нибудь сложный алгоритм обработки данных (например, метод «скользящего окна» при моделировании). Примером решения, которое невозможно реализовать в Excel из-за его сложности, является методика, описанная в [1]. Возможным средством расширения функциональности Excel является применение макросов – написанных на языке VBA сценариев (см., например, [2]), однако использование этого инструментария сопряжено с рядом трудностей: от необходимости владения автором языком VBA до настроек безопасности офисного пакета Microsoft по умолчанию, ограничивающих запуск сценариев.

Альтернативным Excel инструментом является язык программирования Python, позволяющий при относительно невысоких требованиях к квалификации исследователя реализовывать алгоритмы любой сложности в виде готового программного решения [3]. По версии журнала IEEE Spectrum этот язык уже несколько лет является самым распространенным языком в мире [4], что обусловлено такими его достоинствами, как универсальность, кроссплатформенность, невысокий порог вхождения в разработку, широкий набор библиотек готового кода и др.

Нами предлагается программное решение на языке Python, автоматизирующее процесс идентификации негативных эффектов интеракции региона и промышленного кластера в рамках системно-пространственного подхода к исследованию таких процессов [5; 6]. Технически предлагаемое решение представляет собой небольшой калькулятор, обеспечивающий умножение заданных коэффициентов, соответствующих основным показателям социально-экономического развития региона / функционирования промышленного кластера на значение определённого кластерного мультипликатора / акселератора, рассчитанное по данным конкретного субъекта федерации за конкретный год.

В основе разработанной программы лежит следующий механизм, отражающий взгляд системно-пространственного подхода на процесс взаимовлияния социально-экономической среды региона и промышленного кластера (рис. 1).

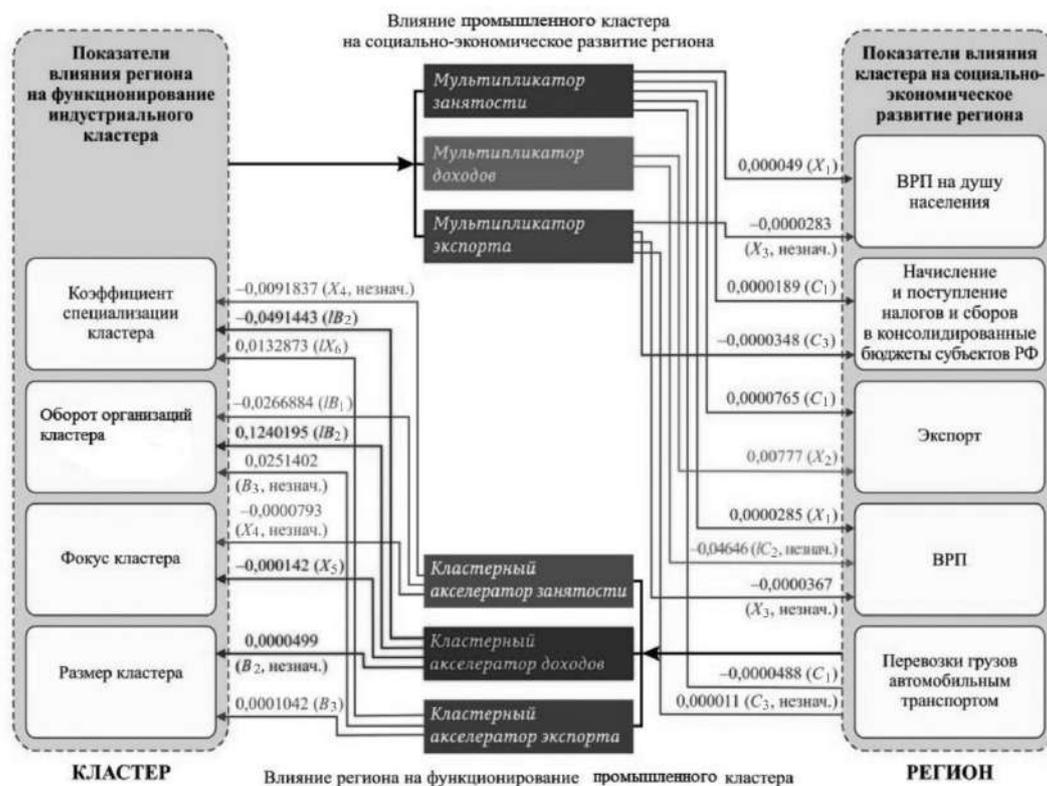


Рис. 1. Механизм влияния промышленного кластера на социально-экономическое развитие региона [5]

Для выделения негативных эффектов с использованием изложенного на рис. 1 механизма системно-агломерационная методика предполагает подстановку значений кластерных мультипликаторов и акселераторов, рассчитанных для региона локализации промышленного кластера за текущий и предшествующий годы. Для того чтобы идентифицировать негативные эффекты, необходимо умножить эти показатели на коэффициенты, полученные в ходе регрессионного анализа. Если в результате такого умножения значение получается отрицательным, это является указанием на наличие негативного эффекта. Стрелки на рисунке указывают на то, какой именно показатель социально-экономического развития региона или функционирования промышленного кластера подвергается негативному воздействию. Более подробно работа с данным механизмом влияния изложена в публикациях [5; 6].

В рамках предлагаемой программы описанная методика автоматизирована. При разработке программного решения был использован язык Python версии 3 и оконная библиотека Tkinter. Был описан пользовательский класс *App*, реализующий оконный интерфейс и алгоритмы обмена данными между ним и основной логикой программы, выявляющей негативные эффекты, а также саму эту логику. Все коэффициенты (мультипликаторы, акселераторы) вводятся пользователем в соответствующие поля. При нажатии кнопки «Выполнить вычисления» реализуется считывание этих данных из элементов управления, выполняются расчеты, и в зависимости от результатов на форме подсвечиваются области с негативными эффектами. На рис. 2 приведен фрагмент кода функции

– обработчика кнопки. Атрибут класса *labelsDict* является словарем надписей на форме (элемент управления *Label*), а объект *r_dict* – словарем коэффициентов (он заполняется значениями в коде программы).

```

self.labelsDict["warning"]["fg"] = "#f0f0f0"
self.labelsDict["ok"]["fg"] = "green"
for key, value in r_dict.items():
    self.labelsDict[key]["fg"] = "grey"

for key, value in r_dict.items():
    if value < 0:
        self.labelsDict[key]["fg"] = "red"
        self.labelsDict["warning"]["fg"] = "red"
        self.labelsDict["ok"]["fg"] = "#f0f0f0"
# end calculate_command()

```

Рис. 2. Программный код функции-обработчика нажатия кнопки «Выполнить вычисления» (фрагмент)

На рис. 3 приведен скриншот окна программы с такими значениями мультипликаторов и акселераторов, при которых наблюдаются негативные эффекты в ряде областей.

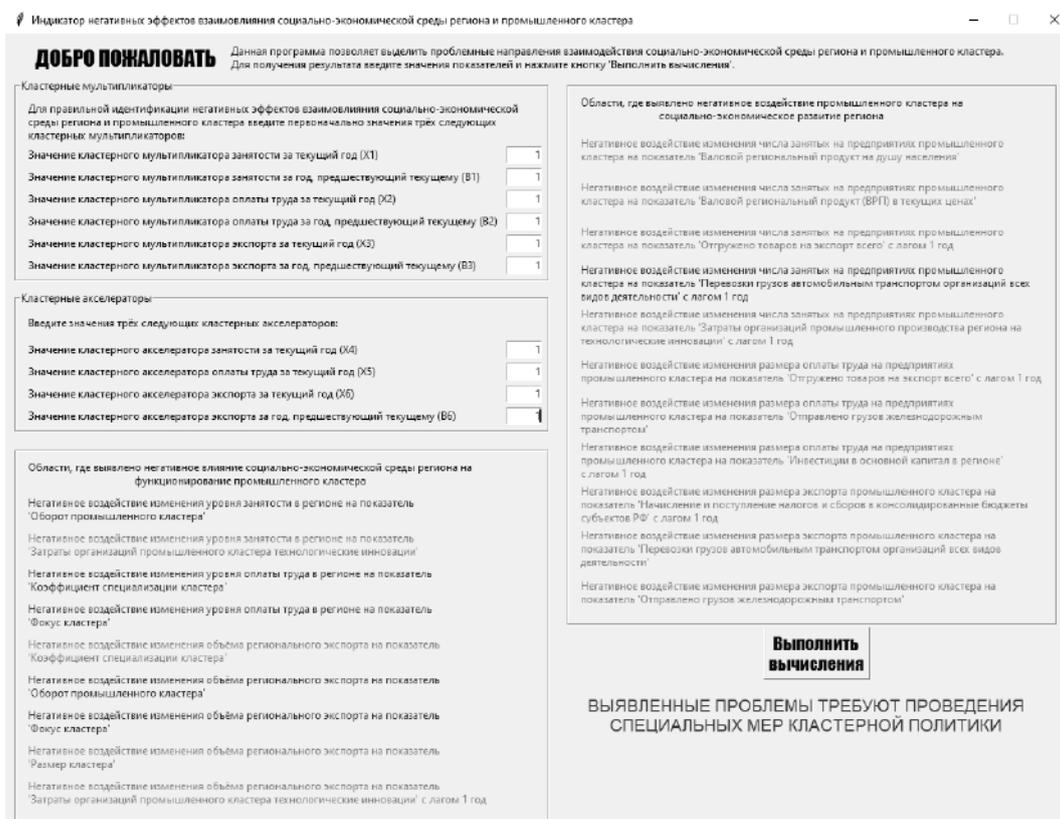


Рис. 3. Оконный интерфейс программы

Описанное программное решение органично дополняет разработанный Кощевым Д. А. системно-пространственный подход к исследованию промышленных кластеров [5; 6] и может эффективно использоваться в комплексе с ним представителями исполнительной власти субъектов федерации при разработке мер региональной кластерной политики.

К возможным направлениям доработки программы можно отнести следующие:

- реализация моделей регрессионного анализа для расчета коэффициентов в самой программе;
- уход от библиотеки *Tkinter* в сторону веб-приложения как более современного подхода к реализации пользовательского интерфейса;
- разработка мобильного приложения для актуальных платформ (Android, iOS).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гарафутдинов Р. В.* Разработка и апробация программного комплекса для формирования инвестиционных портфелей с применением фрактального анализа и прогнозных моделей // Прикладная математика и вопросы управления. 2022. № 4. С. 201-223.
2. *Li X., Zhang C., Almeev R. R., Holtz F.* GeoBalance: An Excel VBA program for mass balance calculation in geosciences // *Geochemistry*. 2020. Vol. 80. I. 2.
3. *McKinney W.* Python for Data Analysis: Data Wrangling with pandas, NumPy, and Jupyter. 3rd edition. O'Reilly Media, 2022.
4. The Top Programming Languages 2023 - IEEE Spectrum [Electronic resource]. URL: <https://spectrum.ieee.org/the-top-programming-languages-2023> (дата обращения: 09.09.2023).
5. *Кощев Д. А., Миролубова Т. В.* Оценка взаимовлияния региона и промышленного кластера: системно-пространственный подход // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. 2022. Т. 17. № 2. С. 161-184.
6. *Миролубова Т. В., Кощев Д. А.* Системно-пространственная методика оценки влияния промышленного кластера на социально-экономическое развитие региона // *Journal of New Economy*. 2022. Т. 23. № 4. С. 69-86.

РИСКИ ДЕВЕЛОПМЕНТА ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ С УЧЕТОМ НЕВЕРНО ИДЕНТИФИЦИРОВАННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ

А. В. Лебедева, И. Е. Алексеева, А. О. Алексеев

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия
E-mail: alisalebedeva92@mail.ru, alekseeva@pstu.ru, aoalekseev@pstu.ru

При неверно идентифицированных потребительских предпочтениях девелопер может вывести на рынок переоцененное предложение, рассчитывая на активные продажи, в то время как спрос будет меньше ожидаемого уровня, либо вывести недооцененное предложение, упуская выгоду продать по соответствующей спросу цене. Потребительская привлекательность жилой недвижимости, предлагаемой на рынке, может быть определена с помощью механизмов комплексного оценивания. Для наглядности рассматривается демонстрационный пример, где привлекательность недвижимости определяется с учетом трех укрупненных характеристик: местоположение, дом и квартира. Для всех сочетаний этих трех характеристик получены оценки потребительской привлекательности. В результате найдены две пары наиболее привлекательных предложений, среди которых можно выбрать по одному, заведомо более экономному варианту. Из этих вариантов один также является более экономным для девелопера.

RISKS OF RESIDENTIAL REAL ESTATE DEVELOPMENT TAKING INTO ACCOUNT INCORRECTLY IDENTIFIED CONSUMER PREFERENCES

A. V. Lebedeva, I. E. Alekseeva, A. O. Alekseev

A developer may bring an overestimated offer to the residential real estate market and expect active sales, but the demand will be less than expected with incorrectly identified consumer preferences. Otherwise, the developer may bring out an underestimated offer, missing out on the benefit of selling at less than an adequate price. Consumer attractiveness of residential real estate can be determined by using the integrated rating mechanisms. For clarity, we consider a demonstration example, where attractiveness is determined taking into account three aggregated characteristics of real estate: location, house and apartment. Consumer attractiveness estimates are obtained for all combinations of these three characteristics. As a result, two pairs of the most attractive offers are found, among which it is possible to choose one, obviously more economical variant. Of these variants, one is also more economical for the developer.

Среди всех рисков строительства и девелопмента жилой недвижимости стоит выделить риск неверной оценки потребительской привлекательности выводимого на рынок предложения. С одной стороны, девелопер может вывести на рынок переоцененное предложение с расчётом на активные продажи или продажи выше рынка, не достигнув планируемых продаж, поскольку спрос может оказаться меньше ожидаемого. С другой стороны, девелопер может вывести на рынок недооцененное предложение, упустив выгоду от продажи квартир по

цене ниже адекватной рынку. Источником этих рисков могут быть разные причины, начиная от игнорирования потребительских предпочтений до их неверного определения.

Существует несколько подходов к выявлению потребительских предпочтений и их формализации в виде математических объектов, теоретически позволяющих установить количественную связь между различными характеристиками недвижимости и темпами продаж. Один из таких подходов соответствует идее концептуального проектирования жилой недвижимости [1], где недвижимость представляется как сложный товар, описываемый сотнями параметров. Как правило, аналитики выделяют пять групп показателей, характеризующих индивидуально квартиру (жилую ячейку), жилой дом, жилую группу (жилой комплекс), локацию (местоположение), застройщика или управляющую организацию и отдельно цену. Перейти от набора характеристик к одной или нескольким укрупненным индикаторам можно с помощью механизмов комплексного оценивания, позволяющим последовательно агрегировать показатели с учетом предпочтений потребителей. Между рыночной ценой и обобщенным индикатором, характеризующим привлекательность недвижимости с учетом всех показателей в целом, можно попытаться установить количественную связь. Имея такие функции для каждой группы потребителей, можно прогнозировать спрос на жилье. Однако, неверно идентифицированные предпочтения могут стать причиной неверной оценки потребительской привлекательности и вывода на рынок предложения с неадекватными ожиданиями.

Целью настоящего исследования является демонстрация рисков проектов строительства и девелопмента жилой недвижимости из-за неверной идентификации предпочтений потребителей.

Для наглядности рассматривается простой пример, где привлекательность недвижимости определяется с учетом трех укрупненных характеристик – в терминах методологии дискретно-пространственного моделирования (ДПММ) рынка недвижимости [2], активно используемой при анализе рынка недвижимости [3], признаках дифференциации: местоположение, дом и квартира. Каждая укрупненная характеристика (признаках дифференциации) имеет разные качественные состояния (в терминах ДППМ – классификаторы признака [2]). Для наглядной демонстрации, допустим, что характеристики имеют всего три качественных состояния: удовлетворительное, хорошее и отличное.

Далее для сокращения записей будем использовать буквы М, Д и К для обозначения характеристик местоположение, дом и квартира, соответственно, цифры 1, 2 и 3 для обозначения качественных состояний. Стоит отметить, что в ДППМ [2] числа применяется для кодирования классификаторов признаков, которые могут быть измерены количественно, а для качественно описываемых признаков используются прописные буквы. Соответственно, качественно различая учитываемые характеристики (признаки), следовало бы писать Ма, Мб и Мв, аналогично с характеристиками Д и К. Несмотря на это правило, в настоящей работе вместо букв будем использовать числовые градации для удобства работы

с механизмами комплексного оценивания: М1 – местоположение удовлетворительное, М2 – местоположение хорошее, М3 – местоположение отличное; Д1 – дом удовлетворительный, Д2 – дом хороший, Д3 – дом отличный, К1 – квартира удовлетворительная, К2 – квартира хорошая, К3 – квартира отличная. Пример описания и интерпретации качественных состояний приведен в работе [4].

В этом случае существует всего 27 возможных сочетаний трех укрупненных характеристик, каждая из которых может иметь три качественных состояния, что соответствует 27 возможным предложениям, которые девелопер теоретически мог бы вывести на рынок. Очевидно, что вывод на рынок предложения с наихудшими характеристиками {М1, Д1, К1} наименее предпочтительно для потребителей. С другой стороны, вывод на рынок предложения с наилучшими характеристиками {М3, Д3, К3} наиболее предпочтителен для потребителей, но заведомо является самым дорогим для девелопера. Таким образом, рациональные (т.е. близкие к оптимальным) варианты содержатся среди 25 оставшихся. Для их сравнения между собой и выбора наиболее рационального можно агрегировать разные качественные сочетания характеристик с помощью механизмов комплексного оценивания.

Механизмы комплексного оценивания представляют собой кортеж из шкал оценивания, дерева критериев и набора матриц свертки. Выбор структуры дерева критериев и элементов матриц свертки определяют предпочтения потребителя. Пример механизма комплексного оценивания представлен ниже (рис. 1).

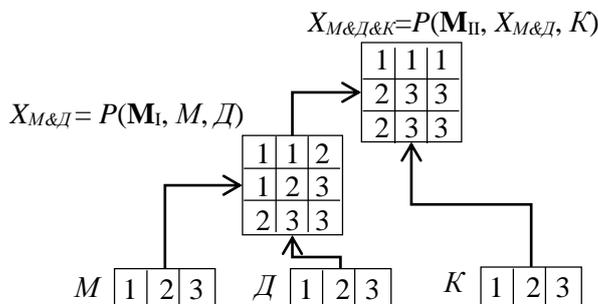


Рис. 1. Пример механизма комплексного оценивания, построенного на основе предпочтений респондента

Из механизма комплексного оценивания, приведенного выше (см. рис. 1) видно, что такие параметры как местоположение (М) и дом (Д) для носителя предпочтений, составившего данный механизм, являются равно предпочтительными относительно друг друга, что видно из симметричности матрицы свертки M_I , при этом в матрице M_{II} у двух из трех элементов (m_{21} и m_{31}), расположенных в левом нижнем треугольнике относительно главной диагонали, есть приоритет над симметрично расположенными элементами (m_{12} и m_{13}), что говорит о том, что квартира (К), качественные состояния которой определяют в матрице M_{II} номер столбца, менее предпочтительна по сравнению с обобщенным показателем (М&Д), полученным в результате свертки пары местоположение (М) и дом (Д), качественное состояние которого определяется в матрице M_I и служит номером строки в матрице M_{II} при определении комплексной оценки, отражающей

потребительскую привлекательность недвижимости.

Для всех сочетаний характеристик (признаков) недвижимости с помощью механизмов комплексного оценивания, каждый из которых был построен индивидуально путем опроса носителей предпочтений, получены оценки потребительской привлекательности (см. таблицу). В ходе исследования были опрошены лица, недавно совершившие приобретение жилья в собственность.

Результаты оценки потребительской привлекательности возможных предложений на рынке недвижимости, полученные с помощью механизмов комплексного оценивания

№ п/п	Место-поло- жение	Дом	Квартира	Доля респондентов, для которых привле- кательность предложения		
				низкая, %	средняя, %	высокая, %
1.	М1	Д1	К1	100,00	0,00	0,00
2.	М1	Д1	К2	85,71	14,29	0,00
3.	М1	Д1	К3	57,14	42,86	0,00
4.	М1	Д2	К1	85,71	14,29	0,00
5.	М1	Д2	К2	42,86	42,86	14,29
6.	М1	Д2	К3	42,86	14,29	42,86
7.	М1	Д3	К1	57,14	42,86	0,00
8.	М1	Д3	К2	14,29	42,86	42,86
9.	М1	Д3	К3	14,29	28,57	57,14
10.	М2	Д1	К1	85,71	14,29	0,00
11.	М2	Д1	К2	57,14	28,57	14,29
12.	М2	Д1	К3	42,86	28,57	28,57
13.	М2	Д2	К1	57,14	42,86	0,00
14.	М2	Д2	К2	14,29	42,86	42,86
15.	М2	Д2	К3	0,00	42,86	57,14
16.	М2	Д3	К1	42,86	57,14	0,00
17.	М2	Д3	К2	0,00	42,86	57,14
18.	М2	Д3	К3	0,00	28,57	71,43
19.	М3	Д1	К1	42,86	42,86	14,29
20.	М3	Д1	К2	14,29	42,86	42,86
21.	М3	Д1	К3	0,00	28,57	71,43
22.	М3	Д2	К1	28,57	57,14	14,29
23.	М3	Д2	К2	0,00	14,29	85,71
24.	М3	Д2	К3	0,00	14,29	85,71
25.	М3	Д3	К1	28,57	28,57	42,86
26.	М3	Д3	К2	0,00	0,00	100,00
27.	М3	Д3	К3	0,00	0,00	100,00

Из таблицы видно две пары самых привлекательных предложений (№№23, 24 и №№26, 27). Среди них можно выбрать по одному, заведомо более экономному варианту №23 {М3; Д2; К2} и №26 {М3; Д3; К2}. Это объясняется тем, что вариант №23 {М3; Д2; К2} предполагает строительство хорошего дома (Д2) в отличном местоположении (М3) с хорошими квартирами (К2), а вариант №26 {М3; Д3; К2} отличается тем, что квартиры должны быть отличными (К3), что явно требует больших затрат на строительство и отделку. Сравнивая варианты №26 {М3; Д3; К2} и №27 {М3; Д3; К3}, наблюдается аналогичная ситуация, при

этом, выше уже отмечалось, что вариант №27 {М3; Д3; К3} самый дорогой.

Сравнивая оставшиеся варианты №23 {М3; Д2; К2} и №26 {М3; Д3; К2}, можно обнаружить общие характеристики, а именно отличное местоположение (М3) и хорошая квартира (К2), а также заметить, что вариант №23 {М3; Д2; К2} является более экономным для девелопера, поскольку он допускает строить хороший дом (Д2).

Представим себе ситуацию, что при идентификации предпочтений была совершена ошибка – респонденты вынужденно или неосознанно исказили информацию о приоритетах при формировании своих механизмов комплексного оценивания. Тогда было бы иное распределение оценок привлекательности.

Допустим, оценки потребительской привлекательности для варианта №21 {М3; Д1; К3} имели бы распределение как у вариантов №23 {М3; Д2; К2} и №24 {М3; Д2; К3}, в результате чего девелопер мог бы вывести на рынок именно это предложение, рассчитывая на высокий спрос, но при этом экономя на строительстве дома (Д1 вместо Д2). Если считать, что распределение приведенное в табл. верно, то спрос был бы не таким как ожидал девелопер.

Следует заметить, что обсуждаемые ранее варианты №23 {М3; Д2; К2} и №26 {М3; Д3; К2} являются чувствительными к потребительской привлекательности квартиры. Так, если в предложении {М3; Д2; К2} К2 заменить на К1, то получим вариант №22 {М3; Д2; К1}, что приводит к снижению доли респондентов, оценивающих привлекательность предложения как «отличное» с 85,71 % сразу до 14,29 %, при этом же появятся респонденты, оценивающие предложение как наименее привлекательное, чья доля составит 28,57 %, которых при варианте №23 {М3; Д2; К2} не было вовсе.

Такое может произойти если при выводе на рынок нового предложения, вдруг в том же районе конкурент(-ы) выведет(-ут) дом(-а) с аналогичными характеристиками, но лучшими предложениями по квартире, что в глазах потребителя снизит ценность нашего предложения.

Вариант №26 {М3; Д3; К2} тоже чувствителен к изменению потребительской ценности квартиры, но доли потребителей, высокого оценивающих такое предложение, снижаются не так сильно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев А. О., Галиаскаров Э. Р.* Постановка задачи концептуального проектирования жилой недвижимости с учетом потребительских предпочтений // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2018. Т. 8. № 3 (26). С. 11-25.
2. *Стерник С. Г.* Методология дискретного пространственно-параметрического моделирования рынков недвижимости // Прикладная математика и вопросы управления. 2020. № 4. С. 155-185.
3. *Стерник Г. М., Стерник С. Г.* Анализ рынка недвижимости для профессионалов. М.: Экономика, 2009. 601 с.
4. *Алексеев А. О., Алексеева И. Е., Лебедева А. В., Фадеев В. И., Тетерин М. Н., Посягина М. И.* Идентификации потребительских предпочтений в виде механизмов комплексного оценивания на примере выбора жилой недвижимости // Master's Journal. 2023. № 2. Art. 001.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АНАЛИЗА НЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

В. В. Малахова, О. В. Малахов

Луганский государственный университет им. В. И. Даля, Россия
E-mail: malakhova_viktoriya84@mail.ru, oleg_home1@mail.ru

В работе рассматривается процедура проведения анализа неструктурированных статистических данных с использованием алгоритмов искусственного интеллекта. Последовательность действий подробно описана с разбиением на следующие этапы: сбор информации, формирование исходных данных, выбор модели машинного обучения и метода кластеризации данных, обучение модели кластеризации данных, выполнение анализа данных с использованием алгоритмов искусственного интеллекта.

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALGORITHMS TO ANALYZE UNSTRUCTURED STATISTICAL DATA

V. V. Malakhova, O. V. Malakhov

The paper considers the procedure for analyzing unstructured statistical data using artificial intelligence algorithms. The sequence of actions is described in detail, divided into the following stages: collecting information, generating source data, choosing a machine learning model and a data clustering method, training a data clustering model, performing data analysis using artificial intelligence algorithms.

Введение. В современном мире искусственный интеллект занял прочное положение в поисковых системах, активно применяется при обработке больших объемов неструктурированной информации, для управления технологическими процессами и подвижными объектами без участия человека [1].

Владение технологиями искусственного интеллекта, либо не владение ими, в настоящее время стало тем критерием, по которому целые страны и народы либо перейдут в новую эпоху развития Человечества, либо так и останутся на задворках цивилизации [2].

Постановка задачи. Разработать и описать процедуру проведения анализа неструктурированных статистических данных с использованием алгоритмов искусственного интеллекта.

Этап 1 – Сбор исходных данных. В качестве типичного примера источника первичной информации используем справочник «Россия в цифрах» [3] – официальное издание Росстата. Статистические данные представлены таблицей, заголовок и начальная часть которой показаны в таблице. Поля таблицы содержат текстовую информацию и цифровые данные в формате вещественных чисел.

Исходная форма представления статистических данных

	Площадь территории, тыс. км ²	Численность населения, тыс. человек	Среднегодовая численность занятых, тыс. человек	Среднедушевые денежные доходы в мес-спл, руб.	Среднедушевые денежные расходы в мес-спл, руб.	Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций, руб.	Выловый региональный продукт (в текущих основных ценах), млрд. руб.	Основные фонды в экономике (по полной учетной стоимости), млрд. руб.	Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами, млн. руб.			Продукция сельского хозяйства, млн. руб.	Ввод в действие общей площади жилых помещений, тыс. м ²	Оборот розничной торговли, млрд. руб.	Сальдированный финансовый результат (прибыль минус убыток) в экономике, млн. руб.	Индекс потребительских цен, процентгов	Инвестиции в основной капитал, млрд.руб.
									Добыча полезных ископаемых	Обрабатывающие производства	Производство и распределение электроэнергии, газа и воды						
<u>Белгородская область</u>	27,1	<u>1552,9</u>	698,1	<u>30024</u>	26998	26873	<u>686,4</u>	1290	88757	568628	27415	226544	1350,1	298,7	213778	104,4	143,8
<u>Брянская область</u>	34,9	<u>1220,5</u>	522,2	<u>25606</u>	25030	22819	<u>269,9</u>	627	280	171421	16421	78312	665,1	219,9	16516	106,1	68,3

Этап 2 – Формирование исходных данных. Производим сканирование страниц издания и распознавание присутствующей в составе полученных изображений текстовой информации. Первые строки полученного текста, содержащего информацию о социально-экономических показателях с разбивкой по областям, приведены в листинге 1.

```
Белгородская область | 27,1 | 1552,9 | 698,1 | 30024 | 26998 | 26873 | 686,4 |
Брянская область      | 34,9 | 1220,5 | 522,2 | 25606 | 25030 | 22819 | 269,9 |
```

Листинг 1. Исходные данные, приведенные к текстовому формату

Выполняем преобразование полученного текста в формат CSV – текстовую форму представления электронных таблиц [4]. В документе формата CSV каждая строка таблицы представлена строкой текстового файла с разделителями. В процессе преобразования запятая, символ десятичного разделителя целой и дробной части вещественных чисел, подлежит замене на символ «точка». В качестве разделителя используем символ «точка с запятой» (листинг 2).

```
Белгородская область;27.1;1552.9;698.1;30024;26998;26873;686.4;
Брянская область;34.9;1220.5;522.2;25606;25030;22819;269.9;
```

Листинг 2. Представление исходных данных в формате CSV – кода

Для обработки информации средствами языка программирования *Python* используем библиотеку математических функций с открытым исходным кодом *numpy* [5]. Загружаем исходный CSV файл с образованием многомерного массива X (листинг 3).

```
import numpy as np
X = np.loadtxt('data_1.csv', delimiter=';')
```

Листинг 3. Загрузка исходного CSV файла
в массив средствами библиотеки *numpy*

В качестве двумерного тестового набора данных для проведения анализа

выберем:

- среднедушевые денежные доходы в месяц (руб./чел.) А;
- отношение валового регионального продукта (млн. руб.) к численности населения региона (тыс. человек) В.

Визуализация тестового набора данных, выполненная средствами *Python* с использованием графической библиотеки *matplotlib.pyplot*, приведена на рис. 1.

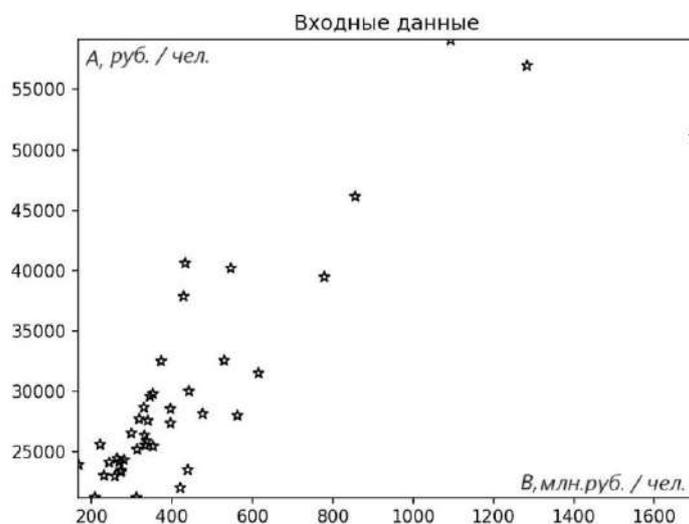


Рис. 1. Визуализация исходных данных

Этап 3 – Выбор модели машинного обучения и метода кластеризации данных. В общем случае обучение алгоритмов классификации производится по тренировочным данным, с которыми ассоциированы определенные метки (маркеры). После прохождения этапа обучения алгоритм искусственного интеллекта может классифицировать немаркированные, но однотипные с тестовыми данные, относя их к той или иной группе (кластеру).

При известном заранее количестве кластеров N можно воспользоваться методом k -средних (k -means) [6]. Основная идея метода заключается в циклическом обновлении центров тяжести кластеров (центроидов). Итеративный процесс продолжается до тех пор, пока при выполнении очередной итерации все центроиды не сдвинутся более, чем на некоторую заданную величину погрешности, т.е. с определенной точностью займут свои оптимальные положения. Выбор положения центроида каждого кластера направлен на минимизацию инерции или суммы квадратов внутри кластера:

$$\sum_{i=0}^N \min_{\mu_j \in C} (\|x_i - \mu_j\|^2),$$

где μ_j – положение центроида в кластере C ;

x_i – образцы в кластере K_j .

Рассмотрим более сложный механизм формирования модели машинного обучения, относящейся к категории искусственного интеллекта «обучение без учителя». Построим модель машинного обучения без привлечения маркирован-

ных тренировочных данных. Предоставим возможность искусственному интеллекту самому распределить представленные данные по категориям, которые пока нам неизвестны. Полагаем, что набор исходных данных генерируется под влиянием неявных факторов, управляющих их распределением.

В рамках проводимого исследования выполняем кластеризацию данных принимая условие, что количество кластеров заранее не известно. Воспользуемся непараметрическим алгоритмом обучения, основанном на методе сдвига среднего (*Mean Shift*) [7]. Данный алгоритм рассматривает все пространство признаков как функцию распределения вероятности. При этом в базовом распределении существуют K пиков, соответствующих центрам тяжести такого же количества кластеров. Результатом выполнения алгоритма, реализующего метод сдвига среднего является определение максимального количества кластеров и идентификация их центров.

$$m(x_i) = \frac{\sum_{x_j \in N(x_i)} K(x_j - x_i) x_j}{\sum_{x_j \in N(x_i)} K(x_j - x_i)},$$

где $N(x_i)$ – соседство образцов на заданном расстоянии вокруг x_i ;

$m(x_i)$ – вектор среднего сдвига, указывающий на максимальную плотность точек.

Этап 4 – Обучение модели кластеризации данных. Одним из основных параметров чувствительности базового процесса при оценке плотности распределения данных в алгоритме сдвига среднего является ширина окна (*bandwidth*). Малая ширина окна способствует появлению большого количества кластеров, излишне широкое окно приводит к слиянию отдельных кластеров в более крупные. Следует учесть, что отклонение ширины окна как в одну, так и в другую сторону от оптимального значения приводит к снижению информативности результатов кластеризации данных. Подключаем модуль *sklearn.cluster* [8] библиотеки *sklearn*. Ширина окна задается величиной параметра *quantile* (листинг 4).

```
from sklearn.cluster import MeanShift, estimate_bandwidth
bandwidth_X = estimate_bandwidth(X, quantile=0.1, n_samples=len(X))
```

Листинг 4. Подключение модуля *sklearn.cluster*,
оценка ширины окна для массива X

Производим обучение модели кластеризации с учетом заданной оценки ширины окна (листинг 5).

```
meanshift_model = MeanShift(bandwidth=bandwidth_X, bin_seeding=True)
meanshift_model.fit(X)
```

Листинг 5. Обучение модели кластеризации на основе метода сдвига среднего

Этап 5 – Выполнение анализа данных с использованием алгоритмов искусственного интеллекта. Определяем количество кластеров *num_clusters*

для заданной ширины окна и массив координат их центров *cluster_centers* (листинг 6).

```
labels = meanshift_model.labels_  
num_clusters = len(np.unique(labels))  
cluster_centers = meanshift_model.cluster_centers_
```

Листинг 6. Определение количества кластеров и расположение их центров

Результат работы программы в текстовом виде представлен на листинге 7.

```
Количество кластеров = 9  
Центры кластеров:  
[[ 283.60666667 24341.33333333]  
 [ 356.675      26623.41666667]  
 [ 395.86       28550.9       ]  
 [ 546.675     39541.75      ]  
 [ 505.73333333 32197.66666667]  
 [ 1701.5       51124.       ]  
 [ 1283.1       56974.       ]  
 [ 1093.        59097.       ]  
 [ 855.8        46135.       ]]
```

Листинг 7. Результат определения количества кластеров и расположения их центров

Графическое представление результата с использованием библиотеки *matplotlib.pyplot* приведено на рис. 2.

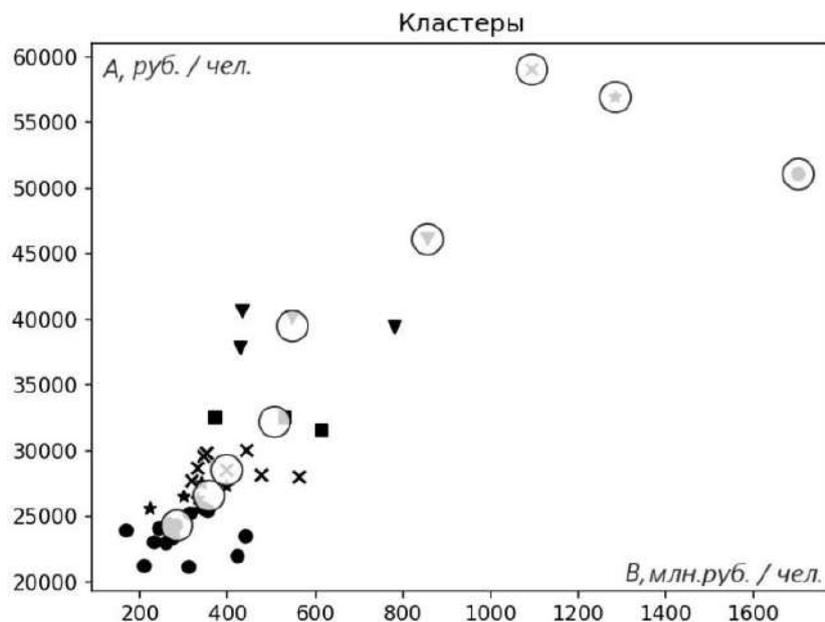


Рис. 2. Графическое представление результата кластеризации данных

Заключение. В работе рассматривается процедура проведения анализа не-

структурированных статистических данных с использованием алгоритмов искусственного интеллекта. Последовательность действий подробно описана с разбиением на следующие этапы: сбор информации, формирование исходных данных, выбор модели машинного обучения и метода кластеризации данных, обучение модели кластеризации данных, выполнение анализа данных с использованием алгоритмов искусственного интеллекта.

Использование алгоритмов искусственного интеллекта при обработке больших массивов неструктурированных данных позволяет производить кластеризацию представленных данных как опираясь на известные ранее критерии, так и способом поиска различных изначально неявных метрик сходства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Киселев Б. Н.* Результат интеллектуальной деятельности, созданный искусственным интеллектом, и результат интеллектуальной деятельности, созданный при помощи искусственного интеллекта // Актуальные проблемы науки и практики: Гатчинские чтения-2019 : Сборник науч. трудов по материалам VI Междун. науч.-практич. конф. 2019. Т. 2. С. 123-126.

2. *Гутаревич В. О., Рябко К. А., Рябко Е. В.* Проблемы и направления совершенствования экологических характеристик горно-транспортных машин с дизельной установкой // Вестник Донецкого национального технического университета. 2018. № 1 (11). С. 12-17.

3. Россия в цифрах. 2017 : Краткий статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). М., 2017. 511 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://komitet4.km.duma.gov.ru/upload/site28/rus17.pdf?ysclid=lq9j5gnsus110188126> (дата обращения 10.10.2023).

4. Учебник Python 3. CSV. [Электронный ресурс]. URL: https://learn4kid-python.firebaseio.com/python_data_structure/python_csv_all/#пример-файла-csv (дата обращения 24.09.2023).

5. Библиотека математических функций Python numpy. [Электронный ресурс]. URL: <https://numpy.org> (дата обращения 24.09.2023).

6. Кластеризация K-means. [Электронный ресурс]. URL: <https://scikit-learn.org/stable/modules/clustering.html#k-means> (дата обращения 24.09.2023).

7. *Московкин В. М., Сизъунго М., Голиков Н. А.* Кластерный анализ инновационной активности регионов РФ на основе метода Mean Shift // Оригинальные исследования. 2019. Т. 9. № 6. С. 117-149.

8. Кластеризация Mean Shift. [Электронный ресурс]. URL: <https://pythonprogramming.net/mean-shift-from-scratch-python-machine-learning-tutorial/> (дата обращения 24.09.2023).

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ РИСКОВ В ГЛОБАЛЬНЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

В. В. Малый, Д. В. Малый, В. С. Щелоков

Луганский государственный университет им. В. И. Даля, Россия
E-mail: v.v.malyu@ya.ru, dmitriy.malyu@gmail.com, vishnyadol@rambler.ru

В работе в рамках аксиоматической теории экономического анализа исследована на модельном уровне проблема управления логистическими рисками, которые возникают при конкурентном взаимодействии однотипных универсальных логистических систем на глобальном рынке. Все построения по рассматриваемой тематике существенно используют логистическую *R*-методологию, как основу аналитико-графического аппарата количественной оценки рисков. Показано, что количественные оценки логистического риска форс-мажорного прекращения (отказа) деятельности посредников (инвесторов) в некоторых звеньях универсальной логистической системы в значительной степени совпадают с аналогичными оценками логистического риска при качественной модификации максимального технологического расширения локальной цепи финансово-производственных отношений, которая сопровождается комплексным реинжинирингом всей глобальной цепи.

MATHMODELING LOGISTICS RISKS IN GLOBAL LOGISTICS SYSTEMS

V. V. Maliy, D. V. Maliy, V. S. Shcholokov

In this work, within the framework of the axiomatic theory of economic analysis, the problem of managing logistics risks that arise during the competitive interaction of similar universal logistics systems in the global market is studied at the model level. All constructions on the topic under consideration essentially use logistics *R*-methodology as the basis of an analytical and graphical apparatus for quantitative assessment of risks. It is shown that quantitative assessments of the logistics risk of force majeure termination (failure) of the activities of intermediaries (investors) in some links of universal logistics system the largely coincide with similar assessments of logistics risk with a qualitative modification of the maximum technological expansion of the local chain of financial and production relations, which is accompanied by a comprehensive reengineering of the entire global chain.

В *неоинституциональной* экономической теории была сформулирована концепция логистических рисков и методология их прогнозирования, учета и анализа с целью уменьшения непроизводственных потерь в хозяйственной деятельности *фирмы* [1]. С точки зрения неоинституционалистов логистические риски – это риски выполнения логистических операций транспортировки, складирования, грузопереработки и управления запасами и риски логистического менеджмента всех уровней, в том числе риски управленческого характера, возникающие при выполнении логистических функций и операций [2].

Покажем как, в духе *постнеоинституционального* подхода можно сфор-

мулировать алгоритмы количественной оценки логистических рисков в *универсальных логистических системах*. Здесь мы используем определения, обозначения и формулы работ [3, 4].

В соответствии с основными принципами аксиоматической теории экономического анализа (АТЭА), необходимо отметить две категории рисков: (r_1) - качественная модификация максимального технологического расширения л. ц. ФПО, которая сопровождается комплексным реинжинирингом всей г. ц. ФПО; (r_2) - форс-мажорное прекращение (отказ) деятельности посредников (инвесторов) в некоторых звеньях *ULS*. Дадим количественную оценку риска (r_2), учитывая результаты работ [3, 4].

Представим диаграмму локальной цепи финансово-производственных отношений (л.ц. ФПО) типа

$$B \xrightarrow{Y} A \xrightarrow{X} C, \quad (1)$$

где символы B , A и C означают субъекты хозяйственной деятельности соответственно предприятие-поставщика сырья Y , предприятие-производителя продукции X , которая изготавливается частично или полностью из сырья Y , и рынок сбыта продукции X .

Аналитико-графический аппарат исследования логистического риска (r_2) будет включать в себя следующие понятия и соотношения. Выпишем в явной форме максимальное технологическое расширение и диаграмму коммерческого расширения л.ц. ФПО (1):

$$\{B_n, A^*B_{n-1}, \dots, A^*B_1, A^*B, A, C\} \quad (2)$$

$$B_p \xrightarrow{Y'_p} \dots \xrightarrow{Y'_{i+1}} A^*B_i \xrightarrow{Y'_i} \dots \xrightarrow{Y'_{j+1}} C^*B_j \xrightarrow{Y'_j} \dots \xrightarrow{Y} A \xrightarrow{X} C. \quad (3)$$

Отметим, что логистический риск (r_2) представляет собой форс-мажорное прекращение (отказ) деятельности посредников (инвесторов) в звене

$$\xrightarrow{Y'_{j+1}} C^*B_j \xrightarrow{Y'_j} \text{ диаграммы (3)}.$$

Для простоты последующих построений будем полагать, что технологическое расширение (2) отличается от коммерческого расширения (3) только звеном вида

$$\xrightarrow{Y'_{j+1}} C^*B_j \xrightarrow{Y'_j}$$

$$B_n \xrightarrow{Y_n} \dots \xrightarrow{Y'_{j+2}} A^*B_{j+1} \xrightarrow{Y'_{j+1}} C^*\tilde{B} \xrightarrow{Y'_{j+1}} A^*B_j \xrightarrow{Y'_j} \dots, \quad (4)$$

$$\dots \xrightarrow{Y} A \xrightarrow{X} C$$

где введены обозначения $C^*\tilde{B} \equiv C^*B_j$, $n = p$, $Y'_{j+1} = Y'_j \equiv Y'_{j+1}$ и $Y_k \equiv Y'_k$, $k \neq j$

В соответствии с работами [3, 4], в п.г.ц. ФПО (2) действует закон продаж

(ЗПР) $y = P(t)$, который характеризуется начальными параметрами соответственно оптимальным запасом сырья M и временем оборота запасов T . Это дает нам возможность выписать в явном виде M -представление и α -представление индикатора продукции X при максимальном технологическом расширении (2) соответственно

$$M - R(\text{ind } X/Y)_{tec} = \{M_n, M_{n-1}, \dots, M_1, M, m(X)\}, \quad (5)$$

$$\alpha - R(\text{ind } X/Y)_{tec} = \{\alpha(n), \alpha(n-1), \dots, \alpha(1), \alpha(0)\}, \quad (6)$$

В соотношении (6) коэффициенты трансформации определяются равенствами

$$\alpha(0) = \alpha'(0) = \frac{M}{m(X)}. \quad (7)$$

$$\alpha(k) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{M_k}{M_{k-1}}, \quad k = 1, 2, \dots, p, \quad M_0 \equiv M. \quad (8)$$

Учитывая структуру соотношений (5) и (6), можно заключить, что M -представление и α -представление индикатора продукции X при максимальном технологическом расширении (2) обозначают соответственно *материальный поток* в п.г.ц. ФПО и *технологию* его преобразования. Это важнейшие характеристики логистического канала, в терминах которых можно дать количественную и качественную оценку логистического риска (r_2).

Пусть в момент времени $t = t^*$ произошло форс-мажорное прекращение (отказ) деятельности посредника (инвестора) в звене $\xrightarrow{Y_{j+1}} C^* \tilde{B} \xrightarrow{Y_{j+1}}$ коммерческого расширения л. ц. ФПО (1) вида (4). Тогда, на основании (4), получим два "отрезка" цепи

$$B_n \xrightarrow{Y_n} \dots \xrightarrow{Y_{j+3}} A^* B_{j+2} \xrightarrow{Y_{j+2}} A^* B_{j+1} \xrightarrow{Y_{j+1}} \quad (9)$$

и

$$\xrightarrow{Y_{j+1}} A^* B_j \xrightarrow{Y_j} \dots \xrightarrow{Y} A \xrightarrow{X} C. \quad (10)$$

Диаграмму (9) можно рассматривать как модифицированное самостоятельное технологическое расширение с "рынком" \hat{C}

$$B_n \xrightarrow{Y_n} \dots \xrightarrow{Y_{j+3}} A^* B_{j+2} \xrightarrow{Y_{j+2}} A^* B_{j+1} \xrightarrow{Y_{j+1}} \hat{C}, \quad (11)$$

а диаграмму (10) – как магистраль с M - элементом $A^* B_j$

$$A^* B_j \xrightarrow{Y_j} \dots \xrightarrow{Y} A \xrightarrow{X} C. \quad (12)$$

Распад п.г.ц. ФПО (4) на две самостоятельные глобальные цепи (11) и (12) означает её ликвидацию как субъекта финансово производственной деятельности на глобальном рынке, но с возможностью присоединения к эквивалентной п.г.ц. ФПО цепей (11) и (12) и образованием разветвленной глобальной цепи финансово производственных отношений (р.г.ц. ФПО). С другой стороны, большой практический интерес представляет количественная и качественная оценка логистического риска (r_2) при распаде п.г.ц ФПО (4) с образованием на её основе модифицированной п.г.ц. ФПО вида

$$B_n \xrightarrow{Y_n} \dots \xrightarrow{Y_{j+2}} A^* B_{j+1} \xrightarrow{Y_{j+1}} A^* B_j \xrightarrow{Y_j} \dots \xrightarrow{Y} A \xrightarrow{X} C \quad (13)$$

с сохранением субъектности. Покажем, как изменяется себестоимость основной продукции X при переходе от (4) к (13) за время оборота запасов T . Легко видеть, что в течении времени $t^* + T$ отрезок цепи (9) находится в состоянии простоя. Пусть $z_k, k = j+1, \dots, n$ обозначает стоимость хранения единицы сырья Y в состоянии Y_k на предприятии B_k за единицу времени, а $\gamma_k, k = j+1, \dots, n$ обозначает себестоимость единицы сырья Y_k до момента возникновения форс-мажора, т.е. для времен $t \leq t^*$. Тогда затраты Z_{j+1}^n на хранение запасов незавершенного производства в цепи (9) с учетом M -представления (5) за промежутки времени $[t^*, t^* + T]$ находятся по формуле

$$Z_{j+1}^n = T \sum_{j+1}^n z_k M_k. \quad (14)$$

Заметим здесь, что сырьевая загрузка п.г.ц. ФПО (13) в момент времени $t = t^*$ определяется M -представлением (5). Далее очевидно, что себестоимость $\gamma_k^*, k = 0, \dots, j$ сырья Y в состоянии $Y_k, k = 0, \dots, j, Y_0 = Y$ равна величине

$$\gamma_k^* = \gamma_k + \delta, k = 0, \dots, j, \quad (15)$$

где δ обозначает прибавочную стоимость (моржу) посредника

$$\xrightarrow{Y_{j+1}} C^* \tilde{B} \xrightarrow{Y_{j+1}},$$

а себестоимость γ_X^* основной продукции X в момент времени $t = t^*$ дается равенством

$$\gamma_X^* = \gamma_X + \delta, \quad (16)$$

где γ_X – это себестоимость основной продукции X по схеме (5).

Итак, полагая, что начальным моментом образования п.г.ц. ФПО (13) является момент времени $t = t^* + T$, сформулируем алгоритм загрузки цепи (10). Имеем

$$\begin{aligned}
& \{0, M_{j-1}, \dots, M_0, m(X)\}_{t^*+T} \rightarrow \{M_j, 0, M_{j-2}, \dots, M_0, m(X)\}_{t^*+2T} \rightarrow \\
& \rightarrow \{M_j, M_{j-1}, 0, \dots, M_0, m(X)\}_{t^*+3T} \rightarrow \dots \rightarrow \{M_j, M_{j-1}, \dots, M_0, 0\}_{t^*+(j+1)T} \rightarrow, \quad (17) \\
& \rightarrow \{M_j, M_{j-1}, \dots, M_0, m(X)\}_{t^*+(j+2)T}
\end{aligned}$$

где индексы фигурных скобок фиксируют моменты времени загрузки цепи.

Из диаграммы (17) видно, что на промежутке времени $t \in [t^* + (j+1)T, t^* + (j+2)T]$ у п.г.ц. ФПО (16) нет поставок на рынок C , что влечет за собой штрафные санкции в размере T_{tr} в соответствии с транзакционным договором между генеральным посредником и главным менеджментом п.г.ц. ФПО. Следует также отметить, что начиная с момента времени $t \geq t^* + (j+2)T$ п.г.ц. ФПО (13) будет поставлять на рынок C основную продукцию X , себестоимость которой будет на δ меньше и равна γ_X . Таким образом, главный менеджмент п.г.ц. ФПО (13) в результате форс-мажорного прекращения (отказа) дея-

тельности посредника (инвестора) в звене $\xrightarrow{Y'_{j+1}} C^* B_j \xrightarrow{Y'_j}$ диаграммы (3) получает компенсацию C_δ в размере

$$C_\delta = \delta m(X). \quad (18)$$

Обозначая символом $Z_{(r_2)}$ стоимость логистического риска (r_2) и учитывая (14), (18) и размер штрафных санкций T_{tr} , окончательно получим

$$Z_{(r_2)} = Z_{j+1}^n - C_\delta + T_{tr} = T \sum_{j+1}^n z_k M_k - \delta m(X) + T_{tr}. \quad (19)$$

В заключение следует отметить, что главному менеджменту п.г.ц. ФПО (16) формулу (22) необходимо использовать в своей долгосрочной транзакционной политике в условиях конкуренции на глобальном рынке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бродецкий Г. Л., Гусев Д. А., Елин Е. А. Управление рисками в логистике: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. Образов / М. : Издательский центр «Академия», 2010. 192 с.
2. Плетнева П. Управление рисками в логистике : учеб. пособие / СПб. : Изд-во СПбГЭУ, 2014. 127 с.
3. Maliy V. V., Maliy D. V., Shcholokov V. S. The main provisions of the mathematical apparatus of the theory of supply chains. Part I // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. 2021. № 9 (51). С. 150-158.
4. Maliy V. V., Maliy D. V., Shcholokov V. S. The main provisions of the mathematical apparatus of the theory of supply chains. Part II // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. 2022. № 1 (55). С. 243-253.

КРАТКОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИНФЛЯЦИИ В БЕЛОРУССКОЙ ЭКОНОМИКЕ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ СМЕШАННОЙ ЧАСТОТЫ

В. И. Малюгин

Белорусский государственный университет, Минск
E-mail: Malugin@bsu.by

В статье представляются результаты применения моделей MIDAS по данным смешанной частоты для краткосрочного прогнозирования индекса потребительских цен белорусской экономики в квартальном и месячном представлении на основе ежедневных обменных курсов белорусского рубля по отношению к российскому рублю и доллару США. Предлагаемые модели основываются на предположении о существовании для белорусской экономики «эффекта переноса обменного курса на инфляцию». Сравнительный анализ прогностических способностей моделей MIDAS с лучшими моделями авторегрессии с распределенными лагами ARDL по агрегированным высокочастотным экзогенным переменным указывают в целом на более высокую точность прогнозов моделей MIDAS. Обсуждается возможность использования моделей MIDAS для построения текущих прогнозов в режиме «наукастинга».

SHORT-TERM FORECASTING OF INFLATION IN THE ECONOMY OF BELARUS BASED ON MIXED FREQUENCY MODELS

V. I. Malugin

The paper presents the results of applying MIDAS models based on mixed frequency data for short-term forecasting of the consumer price index of the Belarusian economy in quarterly and monthly views based on daily exchange rates of the Belarusian ruble against the Russian ruble and the US dollar. The proposed models are based on the assumption of the existence of an “exchange rate pass-through effect to inflation” for the Belarusian economy. Comparative analysis of the predictive abilities of the MIDAS models with the best autoregressive models with distributed lags ARDL on aggregated high-frequency exogenous variables indicate generally higher forecast accuracy of the MIDAS models. The possibility of using MIDAS models to build current forecasts in the “nowcasting” mode is discussed.

Актуальность моделей по данным разной частоты

Как известно, значительная часть используемых в макроэкономических предиктивных моделях показателей формируются статистическими органами в квартальном представлении. В то же время, многие потенциально полезные предикторы являются доступными из различных источников с более высокой частотой, например, ежемесячно, ежедневно или еще чаще на финансовых рынках. Традиционные подходы к построению эконометрических моделей требуют приведения всех используемых в моделях показателей к одному интервалу с самой низкой частотой наблюдения. В силу доминирования квартальных данных в макроэкономических исследованиях большое распространение получили квартал-

ные модели и основанные на них системы моделей среднесрочного прогнозирования. В случае данных смешанной частоты имеется несколько вариантов построения традиционных эконометрических моделей.

Первый вариант – это агрегирование высокочастотных экзогенных переменных (предикторов) к интервалу наблюдения низкочастотной эндогенной переменной, что позволяет использовать традиционные модели по данным одинаковой частоты. Для целей краткосрочного прогнозирования это могут быть модели авторегрессии и авторегрессии-скользящего среднего с экзогенными переменными (ARX, ARMAX) или модели авторегрессии с распределенными лагами по экзогенным переменным (*autoregressive distributed lag* – ARDL).

Модели ARDL представляют собой линейные по параметрам динамические модели, в которых эндогенные и экзогенные переменные включают как одномоментные, так и лаговые значения. Это позволяет учитывать влияние динамики предикторов на временном интервале, предшествующем прогнозному периоду. Для фиксированной лаговой структуры, т.е. для заданных значений порядков лагов зависимой и независимых переменных модель ARDL, как и модель ARS, может быть оценена с помощью линейного метода наименьших квадратов (*Least Squares* – LS). Однако, реализованные в эконометрических пакетах процедуры построения позволяют проводить автоматическую оптимизацию модели ARDL по числу лагов для заданного целевого показателя качества модели, в качестве которого, как правило, предлагается использовать информационные статистики Акаике, Шварца, Хеннана – Куинна. Для всесторонней оценки адекватности и корректировки модели приводятся полные результаты ее оценивания и тестирования адекватности.

В построенных таким образом моделях ARDL «с конечным распределением лагов», имеющим фиксированный порядок лагов, возможны такие недостатки, как мультиколлинеарность лаговых переменных и большое число параметров при недостаточной для оценивания модели длине временных рядов. Причем эти недостатки усугубляются при использовании двух и более экзогенных переменных. Альтернативой в указанных случаях могут быть малопараметрические представления моделей ARDL с определенными ограничениями на лаговую структуру в виде *моделей распределенных лагов*.

Для всех указанных выше типов моделей на основе агрегированных высокочастотных экзогенных переменных (предикторов) существует общий недостаток: агрегирование, приводит к потере информации о динамике предикторов внутри низкочастотного интервала наблюдения, которая может быть полезна при краткосрочном или текущем прогнозировании (наукастинге) эндогенной переменной.

Второй вариант теоретически допускает формальное включение в модели ARX или ARDL с конечным распределением лагов переменных с различной частотой. Например, в квартальной модели с месячным предиктором лаги предиктора, соответствующие первому, второму и третьему месяцу в квартале могут рассматриваться как отдельные переменные. Очевидно, такие модели в случае большого числа экзогенных переменных и их лагов могут иметь указанные выше

недостатки и быть «неприменимы на практике при недостаточном объеме данных. Так, в моделях для месячных и квартальных показателей по ежедневным данным (например, обменных курсов) число лагов экзогенных переменных теоретически может достигать значений 22 и 66 по числу рабочих дней в месяце и квартале соответственно. Объем имеющихся данных в таких случаях может быть не достаточен для оценивания моделей. Очевидно, еще большее число параметров будет при использовании внутрисдневных данных, поступающих с финансовых рынков (например, курсов и доходностей акций).

В связи с этим возникают следующие вопросы:

1) как использовать в эконометрических моделях макроэкономических показателей смешанные данные, регистрируемые с различной частотой, чтобы при этом модели были достаточно «экономичными» по числу параметров и исключали эффекты мультиколлинеарности факторов;

2) может ли использование высокочастотных предикторов повысить точность прогнозов показателей, наблюдаемых с более низкой частотой.

Ответ на первый вопрос впервые был дан сравнительно недавно в работах [1, 2] предложивших *модель регрессии по данным смешанной частоты (Mixed Data Sampling – MIDAS)*. Данная модель допускает включение одной и более экзогенных переменных с более высокой одинаковой либо разной частотой наблюдения. Так, например, в модели для прогнозируемого квартального показателя могут присутствовать месячные и/или ежедневные экзогенные переменные. Как и все регрессионные модели, модели MIDAS предполагают стационарность используемых временных рядов, что требует приведение исходных нестационарных временных рядов со стохастическими трендами к стационарному виду с помощью взятия разностей или перехода к темпам роста или прироста временных рядов за рассматриваемый интервал наблюдения временного ряда [3].

В основе метода построения модели MIDAS лежит использование для описания динамики высокочастотных переменных малопараметрических представлений, получаемых с помощью различных способов вычисления весовых (лаговых) коэффициентов. Наиболее часто для этих целей применяются *модели распределенных лагов Алмона: модели полиномиально распределенных лагов (polynomial distributed lags – PDL weighting models) и модели экспоненциально распределенных лагов (exponential Almon lags models)* [4].

Для выбранной спецификации модели распределенных лагов и заданного максимального числа лагов при оценивании и оптимизации модели MIDAS определяется оптимальное число лагов для каждой высокочастотной переменной и находятся оптимальные значения весовых коэффициентов для различных лагов. В качестве целевой функций для выбора лучшей модели используются статистика суммы квадратов остатков и стандартный набор информационных статистик, характеризующих точность аппроксимации наблюдаемого временного ряда эндогенной переменной и «экономичность» построенной модели по числу параметров. Для итоговой модели приводятся значения всех указанных статистик. Справочно сообщаются значения всех статистик регрессионного анализа и результатов применения тестов статистической значимости оценок параметров

модели и анализа остатков. Последняя информация не учитывается при выборе оптимальной модели, но может использоваться далее для «ручной корректировки» модели по некоторым априорно задаваемым параметрам модели MIDAS с целью достижения лучших статистических свойств.

Цель и задачи исследования

В центре внимания данного исследования находятся актуальные применения моделей MIDAS связанные с решением следующих задач:

- краткосрочное «вневыборочное» (*out of sample*) прогнозирование низкочастотной эндогенной переменной на основе высокочастотных экзогенных переменных;
- построение текущих (оперативных) прогнозов или «наукастинг» (*nowcasting*) низкочастотной эндогенной переменной в текущем временном интервале на основе поступающих в реальном времени значений высокочастотных экзогенных переменных [5].

Модели регрессии MIDAS допускают включение любого числа экзогенных переменных (включая фиктивные переменные) с той же частотой, что и у эндогенной переменной наряду с высокочастотными предикторами. Однако, включение таких переменных может ограничить возможности целевого использования данных моделей в задачах краткосрочного прогнозирования и наукастинга в связи с необходимостью задания значений предикторов в прогнозном периоде. С другой стороны, в краткосрочной перспективе многие макроэкономические показатели демонстрируют достаточно высокую инерционность, что позволяет минимизировать состав экзогенных переменных. В то же время, внешние шоковые воздействия в течение прогнозного периода могут на ранних стадиях проявиться в высокочастотных данных и быть учтены в краткосрочных и текущих оперативных прогнозах на основе моделей MIDAS.

Сравнительный анализ прогностических способностей моделей MIDAS и традиционных моделей ARX и ARDL по агрегированным высокочастотным экзогенным переменным во многих исследованиях на реальных данных указывают на более высокую точность прогнозов на основе моделей MIDAS (Forni, Marcellino, 2013).

Критическим фактором эффективной работы моделей MIDAS является наличие у включаемых в модель высокочастотных предикторов тесной экономически обоснованной связи с эндогенной переменной, а также свойств «опережающих индикаторов» (*leading indicators*). Для формирования набора эффективных предикторов на широком множестве потенциально полезных показателей с смешанной частотой наблюдения и природой происхождения (экономические и финансовые переменные, индикаторы по опросным данным, индикаторы по новостным данным) широко используются алгоритмы машинного обучения и анализа больших данных.

Как отмечалось выше, различные применения моделей MIDAS в задачах краткосрочного и текущего прогнозирования (наукастинга) свидетельствуют о том, что они позволяют повысить точность краткосрочных прогнозов по сравнению с альтернативными моделями по данным одинаковой частоты. В связи с

этим представляет практический интерес оценка эффективности моделей MIDAS для прогнозирования белорусских макроэкономических показателей.

Экономическое обоснование моделей

В данном докладе представляются результаты исследования возможности применения моделей MIDAS для краткосрочного и текущего прогнозирования индекса потребительских цен (ИПЦ) с использованием ежедневных обменных курсов белорусского рубля по отношению к российскому рублю и доллару США.

Предлагаемые модели основываются на теоретическом предположении о существовании для белорусской экономики так называемого «эффекта переноса обменного курса на инфляцию» (*exchange rate pass-through effect to inflation*), имеющего место в рамках гипотезы «паритета покупательской способности». Проблеме тестирования «эффекта переноса обменного курса на инфляцию» для белорусской экономики придается большое значение и уделяется большое внимание в исследованиях белорусских авторов [7, 8].

Основной задачей исследования было установление тесной статистической взаимосвязи между ИПЦ в месячном и квартальном выражении и ежедневными обменными курсами белорусского рубля. В пользу существования «эффекта переноса» в определенные временные интервалы может свидетельствовать высокая точность прогнозов месячных и квартальных моделей MIDAS по ежедневным данным.

В методическом плане решалась также задача сравнительного анализа точности прогнозов рассматриваемых индексов цен на основе моделей MIDAS по данным смешанной частоты и лучших в классе альтернативных моделей ARX и ARDL по данным одинаковой частоты. Целью сравнительного анализа моделей являлось установление преимущества моделей MIDAS в точности краткосрочных и текущих прогнозов.

В докладе приводятся результаты построения и сравнительного анализа точности краткосрочных индекса общей инфляции (ИПЦ) для двух типов месячных и квартальных моделей инфляции на основе ежедневных обменных курсов белорусского рубля по отношению к валютам трех основных торговых партнеров в рассматриваемый период времени: России, ЕС и США, где последний партнер аппроксимирует весь остальной мир.

К числу указанных моделей относятся:

- модели ARDL (иди ARX) по данным одинаковой месячной либо квартальной частоты;
- модели MIDAS по смешанным данным: месячным, квартальным и дневным.

В месячных и квартальных моделях ARDL использовались агрегированные значения ежедневных обменных курсов на соответствующих интервалах наблюдения индексов цен, а в моделях MIDAS – ежедневные значения обменных курсов.

Для обеспечения стационарности в рамках задачи краткосрочного прогнозирования для всех временных рядов использовались представления в виде цепных индексов в процентах для сезонно-скорректированных временных рядов

ИПЦ CPI_SA: «месяц к месяцу», «квартал к кварталу». Для обменных курсов валют использовался индекс «день ко дню» в процентах.

С учетом имеющихся структурных изменений на всем интервале наблюдения с 01.01.2003 по 0.1.07.2023 тестирование стационарности всех временных и рядов проводилось с помощью теста единичного корня BPUR (*Break point unit root test*) [3], допускающего структурные изменения. В качестве максимального периода оценивания модели использовался временной интервал: январь 2015 – август 2023 гг. Краткосрочные прогнозы строились на 1 квартал для квартальных и на 3 месяца вперед для месячных моделей. Построение текущих прогнозов на основе моделей MIDAS осуществлялось в первом за периодом оценивания месяце или квартале по ежедневным значениям обменных курсов.

Результаты краткосрочного прогнозирования ИПЦ

В таблице 1 приводятся результаты сравнительного анализа точности прогнозов на основе лучших построенных моделей в классе моделей ARDL и MIDAS для месячного ряда ИПЦ. Все используемые модели удовлетворяют тестам статистической значимости оценок параметров и автокорреляции остатков.

Для целей анализа точности краткосрочных прогнозов рассматриваемых индексов CPI_SA_QQ, а на 1 квартал и CPI_SA_QQ на 3 месяца все модели строились на заданном максимальном периоде оценивания и поквартально для 1-го и 2-го кварталов 2023 года.

В моделях MIDAS использовались индексы обменных курсов белорусского рубля по отношению к доллару USD_BYN_MM и российскому рублю RUR_BYN_MM для установленных оптимальных значений порядков полиномиальных лагов Алмона: для квартальной модели – 8 и 9 лагов, а для месячной – 10 и 16 лагов соответственно. В итоговых моделях MIDAS индекс обменного курса белорусского рубля по отношению к евро EUR_BYN_MM не входил по причине высокой положительной корреляции с USD_BYN_MM.

Оптимальная месячная модель ARDL включает только экзогенную переменную USD_BYN_MM и имеет вид

$$\text{CPI_SA_MM} = 0.5414\text{CPI_SA_MM}(-1) + 0.1930*\text{CPI_SA_MM}(-2) + 0.1326\text{USD_BYN_MM} - 0.02825\text{USD_BYN_MM}(-1) + 16.1416.$$

Оценки точности краткосрочных прогнозов на основе месячных моделей представлены в таблице 1. В рамках квартальной модели ARDL для индекса CPI_SA_QQ влияние обоих обменных курсов оказалось статистически не значимым. В таблице 2 приводятся результаты оценки точности прогнозов CPI_SA_QQ на основе модели MIDAS и лучшей модели в классе ARDL в виде модели AR(3) с фиктивной переменной для первого квартала. 2023 года.

Таблица 1

Анализ точности краткосрочных прогнозов на основе месячных моделей

Временные интервалы оценивания модели и прогнозирования					
Период оценивания	2015m1-2023m8	2015m1-2022m12	2015m1-2023m3	2015m1-2023m6	2015m1-2023m7
Прогнозный период	2015m1-2023m8	2022m12-2023m3	2023m4-2023m6	2023m7	2023m8
Характеристики	Модели				
	Модель MIDAS по ежедневным обменным курсам				
RMSE	0.4497	0.1629	0.1567	0.09890	1.0556
MAPE	0.3358	0.1421	0.1468	0.09825	1.0500
RSS	17.2788	17.2261	17.2788	17.3533	17.3629
AIQ	1.2656	1.2988	1.2657	1.2350	1.2241
	Модель ARDL по агрегированным обменным курсам				
RMSE	0.5763	0.5723	0.3471	0.1798	0.5236
MAPE	0.4346	0.4269	0.3342	0.1785	0.5209
RSS	19.8711	19.5144	19.6331	19.8405	19.8711
AIQ	1.3308	1.3934	1.3641	1.3404	1.3308

Примечание. Здесь и далее: RMSE – среднеквадратическая ошибка, MAPE – средняя относительная ошибка прогноза в %, RSS – сумма квадратов остатков, AIC – статистика информационного критерия Акаике.

Таблица 2

Анализ точности краткосрочных прогнозов на основе квартальной модели MIDAS

Временные интервалы оценивания модели и прогнозирования			
Период оценивания	2015q1-2023q1	2015q1-2022q4	2015q1-2023q1
Прогнозный период	2015q1-2023q1	2022q4-2023q1	2023q1-2023q2
Характеристики	Модели		
	Модель MIDAS по ежедневным обменным курсам		
RMSE	0.6923	0.6153	0.9949
MAPE	0.5606	0.5030	0.9909
RSS	12.0451	12.0283	12.0451
AIQ	2.4087	2.4572	2.4086
	Модель AR(3) без обменных курсов		
RMSE	0.8102	0.8619	0.4131
MAPE	0.6570	0.8043	0.3366
RSS	16.6560	16.2061	16.6560
AIQ	2.6282	2.6472	2.6228

Заключение. Полученные результаты в целом подтверждают тесную взаимосвязь между темпами роста ИПЦ в месячном и квартальном выражении с ежедневными темпами роста обменного курса белорусского рубля по отношению к российскому рублю и американскому доллару в течение практически всего рассматриваемого периода времени.

В то же время имеют место существенные расхождения прогнозов с известными значениями ИПЦ для августа и второго квартала 2023 года. Можно предположить, что в сложившихся в данный период времени условий произошло

нарушение «эффекта переноса обменных курсов на инфляцию» не подтверждается. Представляет интерес проведение дальнейших исследований по мере поступления новых данных.

С учетом временной задержки поступления официальных значений от статистических органов, важным достоинством моделей MIDAS по данным смешанной частоты является более раннее получение достаточно точных прогнозов темпов роста ИПЦ в месячном и квартальном представлении в день окончания текущего месяца или квартала.

С использованием более поздней модификации модели MIDAS [7] возможно получение текущих прогнозов в режиме наукастинга с использованием доступных к текущему моменту (дню) значений высокочастотных экзогенных переменных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ghysels E., Santa-Clara P., Valkanov R.* The MIDAS touch: Mixed data sampling regression models // Working paper. UNC and UCLA. 2002. 48 pp.
2. *Ghysels E., Sinko A., Valkanov R.* Midas regressions: Further results and new directions, *Econometric Reviews*. 2006. Vol. 26. P. 53-90.
3. *Харин Ю. С., Малюгин В. И., Харин А. Ю.* Эконометрическое моделирование. Минск : БГУ, 2003. 318 с.
4. *Almon S.* The distributed lag between capital appropriations and net expenditures // *Econometrica*. 1965. Vol. 33. P. 178-196.
5. *Andreou E., Ghysels E., Kourtellos A.*, Regression models with mixed sampling frequencies // *Journal of Econometrics*. 2010. Vol. 158. P. 246-261.
6. *Froni C., Marcellino M.* A Survey of econometric methods for mixed frequency data // Working Paper. Norges Bank. 2013. No 06. P.1-42.
7. *Мирончик Н. К., Профатилов С. А.* О влиянии обменного курса на инфляцию // *Банковский вестник*. 2015. № 10 (627). С. 28-34.
8. *Картун А. М., Харитончик А. С.* Эффект переноса обменного курса на инфляцию в Республике Беларусь и оценка его изменений // *Банковский вестник*. 2016. № 9 (638). С. 3-11.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ АГРЕГИРОВАНИЯ ПРОГНОЗОВ ДИНАМИКИ КРЕДИТОВ ЮРИДИЧЕСКИХ ЛИЦ

А. А. Мелкумян, О. С. Балаш

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: melkumyan.ann@yandex.ru, olgalbalash@mail.ru

Кредитование играет ключевую роль в развитии экономики, и его исследование является важной задачей для понимания динамики финансовых рынков и их влияния на макроэкономическую стабильность. Представленная статья посвящена анализу динамики кредитов, предоставленных юридическими лицами в РФ с 2019 по 2023 год. Рассматриваются методы агрегирования прогнозов динамики кредитов по регионам и федеральным округам. Оценивается качество моделей ARIMA и ETS для тех или иных регионов. Обсуждается применение различных методов согласования прогнозов и кластеризации регионов по характеристикам динамики кредитов. Исследуется проблема согласования индивидуальных и агрегированных краткосрочных прогнозов, а также вопрос о группировке регионов по особенностям динамики выбранных показателей.

COMPARISON OF FORECAST AGGREGATION METHODS FOR LEGAL ENTITY CREDIT DYNAMICS

A. A. Melkumyan, O. S. Balash

Lending plays a pivotal role in economic development, and its exploration is a significant task for understanding the dynamics of financial markets and their impact on macroeconomic stability. This article is dedicated to analyzing the dynamics of loans provided to legal entities in Russia from 2019 to 2023. The methods of aggregating forecasts for loan dynamics across regions and federal districts are examined. The quality of ARIMA and ETS models for various regions is assessed. The article discusses the application of different forecast reconciliation methods and the clustering of regions based on loan dynamics characteristics. It explores the issue of reconciling individual and aggregated short-term forecasts and the grouping of regions based on the features of the selected indicators' dynamics.

В настоящее время кредиты являются ключевым инструментом в экономике, обеспечивая доступ к необходимым финансовым ресурсам для предприятий, индивидуальных предпринимателей и других хозяйствующих субъектов. Суть кредитования заключается во временном перераспределении финансовых ресурсов, что способствует инвестициям, развитию производства и, в конечном итоге, росту экономики. Важно подчеркнуть, что объем кредитов, предоставленных юридическим лицам, является отражением спроса на финансовые ресурсы для корпоративных нужд. Анализ динамики объема предоставленных кредитов позволяет лучше понять, как экономические и финансовые факторы взаимодействуют с кредитными рынками и могут влиять на структуру финансирования

предприятий и бизнеса в России.

Целью данного исследования является сравнение методов агрегирования прогнозов динамики кредитов юридических лиц и индивидуальных предпринимателей по регионам Российской Федерации за период с 2019 по 2023 гг. Исходные данные представляют собой ежемесячные значения по кредитам в 82 регионах: значения по Ненецкому автономному округу входят в данные Архангельской области, а по Ханты-Мансийскому автономному округу и Ямало-Ненецкому автономному округу – в Тюменскую область, так как отдельно за выбранный период они не рассматриваются [1].

Для достижения поставленной цели были использованы модели ARIMA и ETS, применены методы агрегирования данных на региональном уровне, на уровне федеральных округов и РФ в целом. Также сравнивались методы агрегирования "снизу вверх" (bottom-up), метод наименьших квадратов и (ols) метод минимальных отклонений (min_trace). Прогнозы на более высоком уровне агрегации (по федеральным округам) получались путем суммирования прогнозов на более низком уровне (по областям).

В ходе исследования рассматривается проблема согласования индивидуальных и агрегированных краткосрочных прогнозов. Необходимо отметить, что сумма индивидуальных прогнозов может не совпадать с прогнозом по агрегированным данным и на разных уровнях наибольшую точность прогнозов могут давать разные методы.

В первую очередь проводится анализ прогнозов кредитов по каждому региону с использованием вышеназванных моделей. Для этого строятся графики временных рядов, включающих фактические и прогнозируемые значения. Визуальное сравнение графиков показало, что прогнозы почти у всех моделей по регионам не следуют общему тренду и колебаниям временного ряда. Отметим, что для сопоставления результатов моделирования использовались информационные критерии AIC, AICc, BIC. Известно, что меньшие значения AIC и BIC указывают на лучшую модель.

Так, было выяснено число случаев, когда та или иная модель описывала данные наилучшим образом для конкретного региона. ARIMA в 74 случаях оказалась наилучшей (в 46 случаях информационные критерии принимали отрицательные значения, а в 28 – положительные, но все равно были меньше аналогичных в модели ETS), а ETS – в 8 (информационные критерии хоть и принимали положительное значение, все равно оказывались меньше, чем соответствующие в модели ARIMA).

Заметим, что различия в значениях информационных критериев между моделями ARIMA и ETS могут быть связаны с особенностями данных и характеристиками временного ряда в конкретных регионах.

Далее проведено агрегирование прогнозов по округам с использованием подхода, реализованного в моделях группового прогнозирования временных рядов. Прогнозирование объединенных показателей позволяет получить общую картину и прогноз для группы или региона, основываясь на агрегированных данных.

Для осуществления данного прогнозирования создается иерархический временной ряд с кредитами по регионам на нижнем уровне иерархии, которые агрегированы по федеральным округам на среднем уровне, и далее – в национальный итог на верхнем [2].

Такого рода моделирование полезно, когда интересующие исследователя показатели имеют общие тенденции и паттерны на более высоком уровне агрегации, которые могут быть проще и точнее уловлены моделями. Подобный анализ позволяет принимать более обобщенные решения и строить стратегии на уровне регионов или групп, а не на уровне отдельных наблюдений.

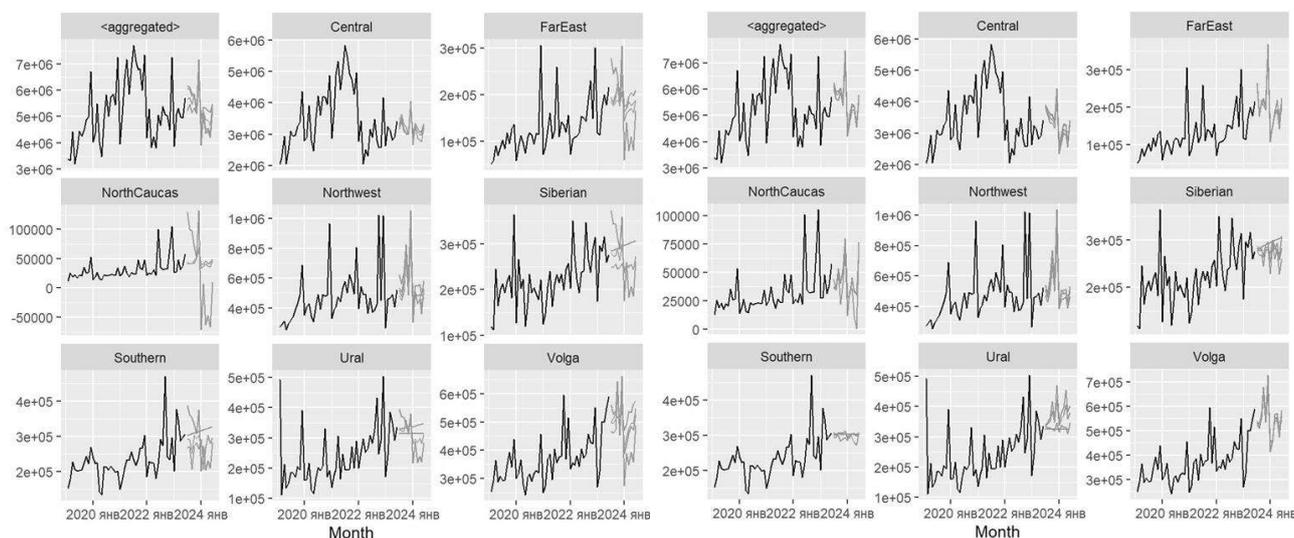


Рис. 1. Агрегированный прогноз по округам ARIMA и ETS

Графики совокупных кредитов на верхнем и среднем уровнях иерархии отразили следующую динамику: в целом по всем федеральным округам зарегистрирован положительный тренд изменения объемов кредитов, предоставленных юридическим лицам. Однако на протяжении всего исследуемого периода динамика характеризовалась резкими периодическими колебаниями, включая временные пики и спады. Эти колебания могут быть связаны с различными факторами, такими как экономическая ситуация внутри страны, геополитические риски, включая кризисы, меры монетарной политики, спрос на кредиты и подобное.

Следует упомянуть, что агрегированный по всем федеральным округам прогноз почти в точности повторяет агрегированный прогноз по Центральному федеральному округу. Вероятно, данная тенденция может быть результатом либо весовых коэффициентов, либо зависимости данных – наиболее очевидных причин. Соответственно, если весовые коэффициенты сильно предпочитают центральный федеральный округ, то агрегированный прогноз будет тесно следовать прогнозу этого округа.

Более того, отраженные на графиках высокие скачкообразные движения исследуемого показателя в основном выпадают на начало каждого последую-

щего года, что в большей степени, на наш взгляд, объясняется сезонными факторами, планированием временных сделок, изменением стратегий на старте нового финансового года, а также бухгалтерской отчетностью.

Далее к агрегированным данным применяются модели ARIMA и ETS, отраженные на рис. 1. Выполняется согласование прогнозов с использованием трех методов согласования: *bottom-up*, *ols* (метод наименьших квадратов) и *mint* (метод наименьших отклонений с учетом тренда). Сравнение формы прогнозов и трендов между моделями позволяет сделать вывод о том, что каждая из них визуально соответствует физическим значениям и достаточно четко захватывает паттерны временного ряда. Графики агрегированных фактических значений совпадают, но прогнозы немного разнятся, хоть и сохраняют схожие тренды.

В случае модели ARIMA с восходящими методами сглаживания (*bottom-up*, *mint*, *ols*), различия в прогнозах могут быть связаны с разными подходами к учету и прогнозированию данных. Каждый из методов может иметь свои особенности и ставить упор на определенные аспекты данных. В модели ETS же различия в прогнозах также могут быть обусловлены различными подходами к учету тренда, сезонности и ошибок модели.

Соответственно, сравнение исследуемых методов позволяет выбрать тот или иной, в зависимости от цели исследования. Например, *bottom-up* метод может быть полезен, если интересует прогнозирование на уровне отдельных регионов, в то время как *mint* и *ols* методы могут учитывать структуру и связь между регионами при агрегации. Более того, если в данных присутствует ярко выраженная сезонность, методы сглаживания, учитывающие сезонные компоненты, могут быть более предпочтительными.

Так, в данном случае мы делаем вывод о том, что методы *ols* и *mint* в модели ETS дают более точные агрегированные прогнозы для кредитов юридических лиц.

Помимо всего вышеперечисленного, мы рассматривали вопрос о группировке регионов по особенностям динамики выбранных показателей. Для этого мы использовали подход, реализованный в библиотеке *tsfeatures*.

В этом подходе кластеризацию временных рядов предлагается проводить с использованием большого числа предварительно вычисленных показателей, отражающих те или иные характеристики динамики, такие как изменчивость и стабильность, наличие точек перелома тенденций, среднее и максимальное значение цепных темпов прироста, нелинейность и т.д.

Так, производится визуализация собственных значений и информации об объясненной дисперсии в результате анализа главных компонент (PCA). Исходя из полученных графиков, можно отметить, что изучаемые данные имеют 10 главных компонент, каждая из которых вносит свой вклад в объяснение дисперсии данных. Выяснено, что первые три компоненты объясняют наибольшую часть дисперсии данных (в сумме около 58.5%), а остальные компоненты объясняют меньший процент дисперсии.

Далее визуализируем индивидуальные наблюдения на двумерной плоскости, которая создана с использованием результатов анализа главных компонент

(PCA). Полученный график показывает индивидуальные наблюдения (регионы) на двумерной плоскости, где оси представляют первые две главные компоненты (PC1 и PC2).

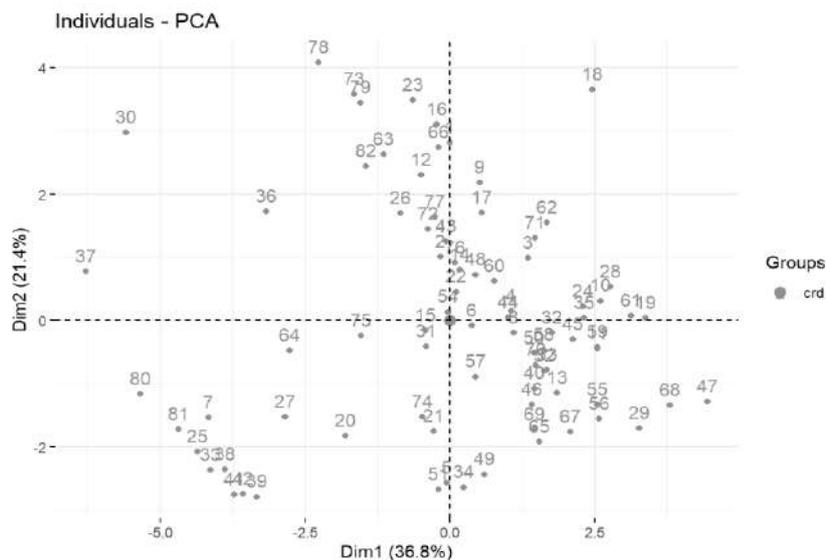


Рис. 2. Индивидуальные наблюдения с использованием PCA

Как видно на графике индивидуальных наблюдений, регионы скорее разбросаны по диапазону, хоть и относительно небольшому. Это может указывать на то, что те, регионы, которые сконцентрированы на одном небольшом участке, могут иметь схожие или связанные характеристики между ними, а вот регионы, находящиеся в отдалении – имеют уникальные характеристики или особенности в своей динамике кредитов.

Дополнительно отметим, что также был проведен анализ графиков вложения данных по методам UMAP и снижения размерности данных по технике t-SNE, который засвидетельствовал о том, что могут существовать группы или кластеры регионов с общими чертами или схожим поведением в отношении динамики кредитов юридических лиц.

Таким образом, можно сказать, что анализ динамики кредитов юридических лиц позволяет делать необходимые выводы для принятия некоторых решений, например, в области инвестиционной активности – увеличение объемов кредитов может указывать на рост бизнеса и инвестиционные возможности в данном регионе, в то время как снижение объема кредитов может свидетельствовать о финансовых трудностях. Более того, информация о динамике данного показателя может позволить оценить ситуацию в мониторинге банковской системы, оценки экономического состояния и рисков, политики монетарного управления и т.д. А также агрегирование данных по федеральным округам позволяет получить более общую картину и сравнить различные регионы между собой: определить успешные стратегии и факторы, которые могут быть применены в других областях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт Банка России. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cbr.ru/statistics/bbs/> (дата обращения: 21.09.2023).
2. *Hyndman R. J., Athanasopoulos G.* Forecasting: principles and practice, 3rd edition. OTexts: Melbourne, Australia, 2021.

СРАВНЕНИЕ АСИМПТОТИКИ И ЗАТРАТ ПО ПАМЯТИ У АЛГОРИТМОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПОИСКА ЦИКЛОВ В СИЛЬНО СВЯЗНЫХ ОРГРАФАХ

Д. В. Мельничук, Д. С. Пантелеев, Д. К. Андрейченко

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: melnichukdv@sgu.ru, panteleevds@sgu.ru, andreichenkodk@gmail.com

Известно, что задача поиска всех циклов в сильно связанных орграфах имеет комбинаторную асимптотическую сложность по числу вершин графа, что делает практически неприемлемыми подобные алгоритмы к достаточно большим графам, возникающим при анализе эффективности валютных транзакций. Вместе с тем, при оптимизации валютных транзакций представляют теоретический интерес некоторые оптимальные циклы наименьшего веса, для которых можно предложить алгоритмы не более чем полиномиальной асимптотической сложности по числу вершин и ребер, трудоемкость которых сравнима с классическими алгоритмами Флойда и Джонсона.

COMPARISON OF ASYMPTOTICS AND MEMORY COSTS OF ALGORITHMS IN SOLVING PROBLEMS OF SEARCHING SIMPLE CYCLES IN STRONGLY CONNECTED DIGRAPHS

D. V. Melnichuk, D. S. Panteleev, D. K. Andreichenko

The problem of searching all cycles in strongly connected oriented graphs has an asymptotic complexity in the number of graph vertices, which makes similar algorithms practically inapplicable to sufficiently large graphs that have place when analyzing the efficiency of currency transactions. At the same time, when optimizing currency transactions, some optimal minimal weight cycles of theoretical interest, for which it is possible to propose algorithms of no more than polynomial asymptotic complexity in the number of vertices and edges, the complexity of which is comparable to the classical algorithms of Floyd and Johnson.

1. Задача об оптимизации валютных транзакций.

При выполнении валютных транзакций валютам с указанием финансовой организации можно сопоставить вершины V_i , $i = \overline{1, N}$ некоторого ориентированного графа $G = (V, E)$, $E \subset V \times V$ с положительными весами дуг

$$b_{ij} = \begin{cases} 0 < |(V_i, V_j)| < \infty, & (V_i, V_j) \in E \\ 1, & i = j \\ \infty & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Выполнение валютных транзакций с возвратом в исходную валюту в исходной финансовой организации соответствует некоторому циклу $C_k = \langle V_k, V_{i_0}, \dots, V_{i_n}, V_k \rangle$. Количество единиц валюты после проведения транзакций по сравнению с исходным определяется произведением, которое желательно сделать максимальным

$$P_k = b_{k i_0} b_{i_n k} \prod_{j=1}^n b_{i_{j-1} i_j} \rightarrow \max \quad (1)$$

Если $P_k > 1$, валютные транзакции приносят некоторый выигрыш, а если $P_k < 1$, то имеют место некоторые затраты.

Классические оптимизационные алгоритмы на графах достаточно быстро находят кратчайшие пути, т.е. пути минимального аддитивного веса. С этой целью имеет смысл преобразовать веса графа G

$$a_{ij} = \begin{cases} -\ln b_{ij}, & (V_i, V_j) \in E \\ 0, & i = j \\ \infty & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (2)$$

Таким образом, для орграфа валютных транзакций $G = (V, E)$, $E \subset V \times V$, $N = |V|$, $M = |E|$ с матрицей смежности $A = \{a_{ij}\} \in \square^{(N, N)}$ требуется найти ориентированный цикл, или контур, минимального веса

$$C_k = \langle V_k, V_{i_0}, \dots, V_{i_n}, V_k \rangle, |C_k| = -\ln P_k = a_{k i_0} + \sum_{j=1}^n a_{i_{j-1} i_j} + a_{i_n k} \rightarrow \min \quad (3)$$

При этом следует учесть, что некоторые дуги графа заведомо имеют отрицательный вес.

2. Поиск циклов «минимальных затрат». Искомый цикл (3) содержится среди N циклов минимального веса C_i , проходящих через некоторые фиксированные вершины V_i , $i = \overline{1, N}$. Минимизация асимптотической сложности алгоритма может быть выполнена на основе того, что с точки зрения оптимизации валютных транзакций для каждой вершины графа G нам требуется найти не все проходящие через нее ориентированные циклы, а лишь один цикл минимального веса. В свою очередь, для некоторой фиксированной вершины V_i , $i = \overline{1, N}$ можно достаточно быстро найти $N - 1$ циклов минимального веса C_{ij} , $j \in \overline{1, N}$, $j \neq i$, проходящих через фиксированную вершину V_i и некоторую из остальных $N - 1$ вершин V_j , $j \in \overline{1, N}$, $j \neq i$. Искомый цикл минимального веса C_i (или несколько таких циклов одинакового веса) гарантированно содержится среди циклов C_{ij} . Далее по всем вершинам V_i , $i = \overline{1, N}$ среди ранее найденных циклов C_i ищется цикл минимального веса.

Для фиксированной вершины V_i , $i = \overline{1, N}$ кратчайшие пути из нее ко всем остальным вершинам V_j , $j \in \overline{1, N}$, $j \neq i$ образуют дерево $T_i^{(d)}$, (direct – в прямом направлении). Как правило, поиск множества кратчайших путей между всеми парами вершин, т.е. множества $\{T_i^{(d)}\}$, $i = \overline{1, N}$ для плотно заполненных графов эффективно реализуется алгоритмом Флойда, а для разреженных графов – алгоритмом Джонсона. Аналогично, для фиксированной вершины V_i , $i = \overline{1, N}$ кратчайшие пути к ней из всех остальных вершин V_j , $j \in \overline{1, N}$, $j \neq i$ образуют подграф

$T_i^{(r)}$ (reverse – в обратном направлении), являющийся деревом с точностью до замены направления дуг на обратные. Множество $\{T_i^{(r)}\}$, $i = \overline{1, N}$ находится поиском кратчайших путей между всеми парами вершин в орграфе, который получается из G заменой направления дуг на обратные, т.е. транспонированием матрицы смежности. Пусть $T_{ij}^{(d)}$ – ветвь дерева $T_i^{(d)}$ от вершины V_i к вершине V_j , $j \in \overline{1, N}$, $j \neq i$, а $T_{ij}^{(r)}$ – ветвь подграфа $T_i^{(r)}$ от вершины V_j к вершине V_i . Очевидно, искомый цикл минимального веса, проходящий через пару вершин V_i и V_j , суть $C_{ij} = T_{ij}^{(d)} \cup T_{ij}^{(r)}$.

Для плотно заполненных графов $M \square N^2$, а трудоемкость алгоритмов нахождения кратчайших путей между всеми парами вершин оценивается величиной $\square N^3$. Для больших разреженных графов $M \square N^2 / \log_2 N$, а трудоемкость алгоритмов нахождения кратчайших путей между всеми парами вершин оценивается величиной $\square NM \log_2 N$, и для сильно связанных орграфов $M \geq N - 1$. После нахождения кратчайших путей для фиксированной вершины V_i , трудоемкость нахождения минимального цикла C_i оценивается сверху величиной $\square N$, а трудоемкость нахождения минимальных циклов C_i для всех вершин V_i , $i = \overline{1, N}$ – величиной $\square N^2$.

Таким образом, трудоемкость алгоритма поиска оптимальных циклов C_i , проходящих через все фиксированные вершины V_i , $i = \overline{1, N}$ орграфа валютных транзакций определяется трудоемкостью алгоритмов поиска кратчайших путей между всеми парами вершин в орграфе.

Цикл с наименьшим положительным весом определяет минимально возможные затраты при проведении валютных транзакций. Задача о нахождении кратчайших путей становится неразрешимой при достижении в графе цикла с отрицательным весом, и, следовательно, в данном случае будет неприменим предложенный алгоритм, основанный на алгоритмах Флойда и Джонсона. Однако именно отрицательные циклы представляют наибольший интерес при проведении валютных транзакций, т.к. приносят некоторую прибыль.

3. Поиск циклов «возможных приобретений». Первая фаза алгоритма Джонсона предполагает преобразование весов дуг графа к неотрицательным значениям на основе алгоритма Беллмана-Форда. Наличие в графе G цикла с отрицательным весом не позволяет выполнить дальнейшее преобразование весов дуг графа. Однако это, т.е. сам факт наличия цикла (циклов) возможных приобретений распознается алгоритмом Беллмана-Форда с асимптотической трудоемкостью $\square NM$, т.е. относительно быстро.

Дальнейшее сокращение трудоемкости алгоритмов поиска отрицательных циклов носит полуэвристический характер и основано на том, что очень длинные циклы в графе валютных транзакций плохо реализуемы из-за резкого уве-

личения вероятностей сбоя, случайных ошибок, а также увеличения общего времени валютных переводов. Данные факторы накладывают серьезное ограничение на длину искомых циклов, что, с теоретической точки зрения, делает асимптотическую сложность не более чем полиномиальной по N , но, возможно, очень большой, и желательно так оптимизировать алгоритм, чтобы его асимптотическая сложность была сравнима с асимптотической сложностью алгоритма Джонсона.

Пусть в графе $G = (V, E)$ есть цикл с отрицательным весом. Сопоставим ему граф $\hat{G} = (V, E)$, который получается из G увеличением весов дуг на некоторую величину $a > 0$, и матрицей смежности $\hat{A} = \{\hat{a}_{ij}\} \in \square^{(N, N)}$,

$$\hat{a}_{ij} = \begin{cases} a_{ij} + a < \infty, & (V_i, V_j) \in E \\ 0, & i = j \\ \infty & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (4)$$

Связь весов циклов $C = \langle V_l, V_{i_0}, \dots, V_{i_n}, V_l \rangle$ исходного графа и $\hat{C} = \langle V_l, V_{i_0}, \dots, V_{i_n}, V_l \rangle$ преобразованного графа имеет вид

$$|\hat{C}| = |C| + (n + 2)a, \quad |C| = |\hat{C}| - (n + 2)a \quad (5)$$

Т.е. преобразование (4) не меняет результата сравнения весов циклов одинаковой длины, и, если в преобразованном графе \hat{G} вес некоторого цикла был не больше веса некоторого не более длинного цикла, то это будет заведомо справедливо и для аналогичных циклов исходного графа G .

Можно полагать, что циклы минимального веса преобразованного графа будут не длиннее циклов минимального веса исходного графа G .

Поскольку проверка наличия или отсутствия отрицательных циклов в графе имеет асимптотическую трудоемкость $\square NM$, с требуемой степенью точности методом деления отрезка пополам можно подобрать такое $a > 0$, при котором в преобразованном графе исчезают отрицательные циклы. Трудоемкость этой операции сравнима с трудоемкостью алгоритма Джонсона.

Аналогично п. 2, в преобразованном графе для фиксированной вершины $V_i, i = \overline{1, N}$ кратчайшие пути из нее ко всем остальным вершинам $V_j, j \in \overline{1, N}, j \neq i$ образуют дерево $\hat{T}_i^{(d)}$, а кратчайшие пути к ней из всех остальных вершин $V_j, j \in \overline{1, N}, j \neq i$ образуют подграф $\hat{T}_i^{(r)}$, являющийся деревом с точностью до замены направления дуг на обратные. Множества $\{\hat{T}_i^{(d)}\}, i = \overline{1, N}$ и $\{\hat{T}_i^{(r)}\}, i = \overline{1, N}$ находятся алгоритмами Флойда либо Джонсона. Пусть $\hat{T}_{ij}^{(d)}$ – ветвь дерева $\hat{T}_i^{(d)}$ от вершины V_i к вершине $V_j, j \in \overline{1, N}, j \neq i$, а $\hat{T}_{ij}^{(r)}$ – ветвь подграфа $\hat{T}_i^{(r)}$ от вершины V_j к вершине V_i . Искомый цикл минимального веса преобразованного графа, проходящий через пару вершин V_i и V_j , суть $\hat{C}_{ij} = \hat{T}_{ij}^{(d)} \cup \hat{T}_{ij}^{(r)}$. Для фиксированной вершины V_i по известным весам $|\hat{C}_{ij}|$ циклов преобразованного графа

\hat{G} аналогично (5) находятся веса $|C_{ij}|$ соответствующих циклов исходного графа G , и из них выбирается цикл с наименьшим $|C_{ij}|$. Далее для всех вершин V_i , $i = \overline{1, N}$ из ранее найденных циклов выбирается цикл с наименьшим весом по исходному графу.

Таким образом, трудоемкость данного полуэвристического алгоритма сравнима с трудоемкостью классического алгоритма Джонсона.

4. Сравнение эффективности поиска оптимальных циклов на основе алгоритмов Флойда и Джонсона. В исследовании были использованы два набора данных (графы): тестовый (test) и коммерческий (prod), охватывающие определенный временной срез (см. таблицу). Для тестового набора данных параметры графа составили: 214646 ребер и 935 вершин, а для коммерческого графа: 139543 ребер и 864 вершины.

Оценка эффективности алгоритмов

Набор данных	Предложенный подход (время и память совпадают)		Оригинальный алгоритм Джонсона (время/память)	
	Время	Память	Время	Память
test	2,464e12	215581	4,616e13	140407
prod	1,428e11	140407	2,532e13	215581

Предложенный алгоритм поиска циклов неотрицательного минимального веса в графе валютных транзакций и полуэвристический алгоритм поиска циклов отрицательного минимального веса с некоторым ограничением на длину цикла. Асимптотическая трудоемкость данных алгоритмов сравнима с асимптотической трудоемкостью классических алгоритмов Флойда и Джонсона для поиска кратчайших путей между всеми парами вершин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Buchin K., Knauer C., Kriegel K., Schulz A., & Seidel R. On the Number of Cycles in Planar Graphs. In G. Lin (Ed.) // Computing and Combinatorics: COCOON 2007 (Lecture Notes in Computer Science. Springer. 2007. Vol. 4598.
2. Dijkstra E. W. A note on two problems in connexion with graphs // Numerische mathematik. 1959. Т. 1. № 1. С. 269-271.
3. Bellman R. On a routing problem // Quart. Appl. Math. 1958. Т. 16. С. 87-90.
4. Floyd R. W. Algorithm 97: Shortest path // Communications of the ACM. 1962. Vol. 5. No. 6.
5. Кормен Т. Х., Лейзерсон Ч. И., Ривест Р. Л., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ : пер. с англ. 2-е изд. М. : Изд. дом «Вильямс», 2011. 1296 с.
6. Johnson D. B. Finding All the Elementary Circuits of a Directed Graph // SIAM Journal on Computing. 1975. Т. 4. № 1. С. 77-84.
7. Линева А. И. Валютная арбитражная операция, как способ получения дохода // Экономика и социум. 2017. № 5-1 (36).
8. Пакова О. Н., Нехорошева К. И., Побережная Е. В. Валютные рынки и валютные операции в условиях глобализации // Символ науки: международный научный журнал. 2017. Т. 1. № 1. С. 56-59.

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИИ ВОЛАТИЛЬНОСТИ БИРЖЕВОГО ИНДЕКСА

Н. А. Неклюдова

ЧОУ ДПО «Академия „Калашников“», Ижевск, Россия
E-mail: nekludovanatalia89@gmail.com

В работе рассмотрены биржевые данные спроса и предложения фьючерса на индекс РТС. Определена волатильность актива и методами глубокого обучения аппроксимированы параметры функции волатильности.

ESTIMATING PARAMETERS OF THE STOCK INDEX VOLATILITY FUNCTION

N. A. Neklyudova

The paper examines exchange data on demand and supply of futures for the RTS index. The volatility of the asset was determined and the parameters of the volatility function were approximated by means of deep learning methods.

Ежедневно на рынках ценных бумаг происходит покупка и продажа тысяч активов. Многие трейдеры осуществляют внутридневную спекулятивную торговлю и предпочитают не сохранять актив на следующий день. Оценка параметра волатильности позволит снизить риски длительного владения опционами.

В работе рассматриваются данные спроса и предложения колл и пут опционов на фьючерс на индекс РТС, которые торговались на Московской бирже [1] в период с момента выпуска на биржу до 22 июля 2021 года, с датой экспирации 5 августа 2021 года, а также значения цен фьючерса на индекс РТС за аналогичный период. Данные фиксировались каждые 15 минут.

Данные формализованы в виде таблиц и содержат название объекта торговли, дату, время, максимальное и минимальное значение заявки, значение на начало и на конец временного периода и общее количество заявок в данный период времени. Всего рассмотрено 57 наиболее ликвидных активов, со значениями страйков от 40000 до 195000. Цена базового актива в текущий момент времени находится в районе 159000 пунктов.

Прежде, чем перейти к моделированию необходимо обработать данные. Для этого выберем лучшие заявки на покупку и продажу колл и пут опционов с различными страйками. Лучшей заявкой на покупку я считаю максимальную цену заявки (ask цена), сформированной в указанный период; лучшей заявкой на продажу (bid цена) – минимальную цену, соответственно, как для колл, так и для пут опционов. Именно по этим значениям на рынке мгновенно исполняется торговая сделка. Поэтому к дальнейшему анализу необходимо брать только эти значения.

В анализе необходимо учитывать то, что обработке подвергаются абсолютно все такие заявки, как исполненные, по которым были заключены контракты, так и не исполненные, которые существовали какое-то время лишь в виде заявки.

Отдельно для каждого значения данных необходимо подсчитать показатель времени до даты экспирации опциона. Его еще называют зрелостью опциона, или maturity (от англ. – зрелость). Время до даты экспирации считается, как отношение количества дней до даты экспирации к количеству дней в году.

После объединения всех данных в единый набор получили более 88 тысяч значений. Это значения даты, времени, цены опциона, матъюрити, а также цены базового актива, соответствующей указанному значению даты и времени.

Задачей следующего этапа является оценка параметра волатильности актива. Для этого рассмотрим модель ценообразования опционов Блэка-Шоулза ([1], стр. 228):

$$C(K, t) = F_t \cdot \Phi(d_+) - K \cdot \Phi(d_-), \quad d_{\pm} = \frac{1}{\sqrt{\sigma^2 T}} \ln \ln \frac{F_t}{K} \pm \frac{\sqrt{\sigma^2 T}}{2} \quad (1)$$

где F_t - цена базового актива в момент времени t , K - цена исполнения опциона, T – время до даты экспирации опциона, σ^2 - волатильность базового актива,

$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{y^2}{2}} dy$ - функция Лапласа.

Будем считать, что на рынке устанавливаются справедливые цены на опционы и решим обратную задачу. Из формулы (1), используя метод дихотомии, вычислим значения волатильности. Волатильность более, чем 200% считаем ошибочной и из рассмотрения убираем.

Получившиеся значения волатильности варьируются в пределах от 1 до 199%, а в среднем составляют 33%. Подробная статистическая информация по полученным значениям приведена в таблице.

Основные статистические показатели волатильности

Общее кол-во	Среднее значение	Среднекв. отклонение	Мин. знач.	25% квант.	50% квант.	75% квант.	Макс. знач.
34286	0,33	0,1	0,01	0,28	0,31	0,36	1,99

На рис. 1 представлен трехмерный график волатильности – в зависимости от времени и цены исполнения.

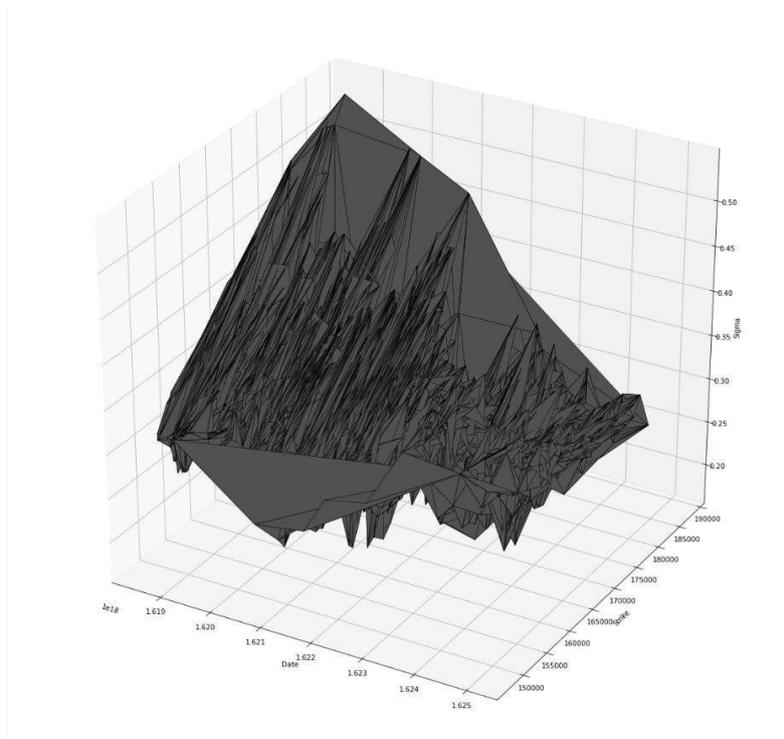


Рис. 1. Поверхность волатильности

Плоскость не удобна для анализа, поэтому на рис. 2 изображены подобранные значения волатильности в зависимости от цены исполнения в разные фиксированные периоды времени – слева за три месяца и справа за две недели до погашения актива.

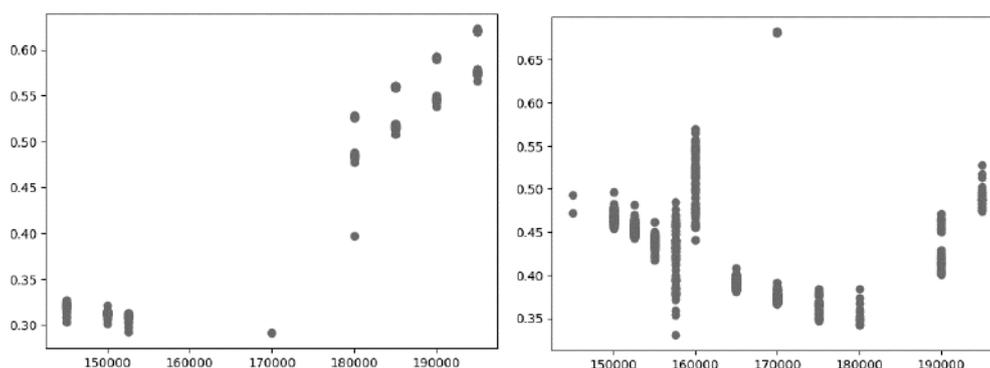


Рис. 2. Точечные значения волатильности

В результате мы наблюдаем классическое поведение волатильности в форме так называемой «улыбки» [3], когда на центральных страйках значения ниже, чем на крайних.

На следующем этапе аппроксимируем точечные значения волатильности квадратичной функцией и находим уравнение в явном виде. Для этого строится нейронная сеть с пятью скрытыми слоями с помощью фреймворка pytorch и обучается методом градиентного спуска на 20 эпохах. В качестве критерия обучения используется средняя квадратичная ошибка (MSE).

На рис. 3 представлен варианты аппроксимации данных квадратным трехчленом с уравнением функции $f(x) = 0,3963x^2 - 2,1339x + 33,408$. Подбор параметров функции производился по 200 биржевым данным, отсортированным по времени появления. Идея заключается в регулярном пересчете коэффициентов функции с учетом новых рыночных данных. Абсолютная ошибка для текущего сета данных варьируется от 0% до 9% и наблюдается на крайних значениях страйка.

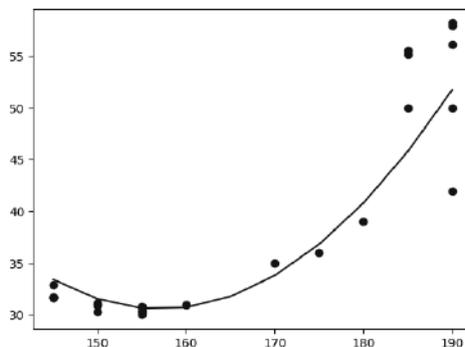


Рис. 3. Аппроксимация волатильности квадратным трехчленом

Результаты работы могут быть использованы как профессиональными участниками рынка ценных бумаг, так и частными инвесторами. Функция волатильности, определенная в явном виде, позволит построить стратегии владения опционом с динамическим гамма-хеджированием позиции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Московская биржа. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.moex.com/?ysclid=lnefwa2215129111297> (дата обращения: 20.09.2023).
2. Лётчиков А. В. Лекции по финансовой математике: Учеб. пособие для вузов рек. УМО по образованию в обл. мат. методов в экономике / М. : Ижевск: Ин-т компьют. Исслед., 2004. 234 с.
3. Gatheral J. The Volatility Surface – A Practitioner’s Guide // John Wiley & Sons, Inc., Hoboken. 2006. P. 210.

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ В УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ

П. А. Родичкин, В. М. Соловьев

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
Email: MrNyanKat@yandex.ru, svm@sgu.ru

В последние годы все популярнее становится микросервисная архитектура. Данная статья посвящена рассмотрению микросервисов, как явления, описаны их основные преимущества и недостатки в сравнении с монолитным подходом к проектированию программного обеспечения. Также микросервисы будут рассмотрены с точки зрения ведения бизнеса, рисков, которые они несут, и возможных путей решения.

APPLICATION OF MICROSERVICE ARCHITECTURE IN RISK MANAGEMENT

P. A. Rodichkin, V. M. Solovyev

In recent years, microservice architecture has become increasingly popular. This article is devoted to the consideration of microservices as a phenomenon, describing their main advantages and disadvantages in comparison with the monolithic approach to software design. Microservices will also be considered from the point of view of doing business, the risks they pose and possible solutions.

Микросервисы [1] прошли долгий путь за более чем десять лет своего существования. Упоминания об этой архитектуре можно встретить в различной литературе начиная с примерно 2000-х годов, но годом «рождения» микросервисов считается 2012 год, когда Джеймс Левис (James Lewis) представил доклад «Java, the Unix Way» на конференции 33d Degree в Кракове. С тех пор микросервисы развивались незаметно, не привлекая особого внимания, но за последние несколько лет ситуация кардинально изменилась.

Микросервисы [2] стали важной темой в IT, привлекая внимание общественности, и технологии в этой области развиваются стремительно, постоянно появляются новые идеи [3].

Чтобы понять, почему возник такой интерес к этой архитектуре, необходимо рассмотреть предыдущий подход к программированию и изучить его проблемы. Монолитный подход, также известный как «монолит» [4], является антиподом микросервисной архитектуры. В монолите все компоненты программного обеспечения находятся в одном месте, представляя собой единое целое. Это сопровождается множеством проблем, которые становятся все более весомыми с увеличением размера программного продукта.

Проблемы создания монолитных приложений включают ограниченность в выборе средств, что отражается в выборе языков программирования и средств внутри каждого языка. Это может затруднить выбор компонентов для сложных приложений, предназначенных для решения множества задач.

Кроме того, сложная структура монолитных приложений может создать трудности при их проектировании, особенно с учетом выбранных технологий и различных частей программного обеспечения.

Проблемы поддержки и дальнейшего развития монолитных приложений включают экспоненциально растущую сложность обслуживания, связанную с увеличением количества переменных, требующих внимания. Это усложняет структуру проекта и делает дальнейшую разработку более сложной.

Кроме того, низкая отказоустойчивость монолитных приложений, вызванная сильной зависимостью компонентов друг от друга и их нахождением в одном месте, может привести к недостаточной надежности программ.

Высокая стоимость разработки и поддержки монолитных приложений обусловлена всеми вышеперечисленными проблемами, а также высокой ценой на квалифицированных специалистов, способных на грамотное проектирование и разработку необходимых компонентов.

Микросервисный подход предлагает неограниченный выбор языков программирования и средств разработки, поскольку каждый компонент взаимодействует с другими через специальные каналы. Этот подход обеспечивает более простую структуру, которая не усложняется с увеличением объемов приложения – достаточно просто добавить новый необходимый компонент по имеющейся схеме.

Он также обеспечивает более высокую надежность, поскольку отказ одного сервиса не приведет к остановке всего приложения.

Кроме того, микросервисный подход имеет более низкую цену на разработку и поддержку, так как он в настоящее время пользуется большой популярностью, и найти подходящих специалистов не составляет особой проблемы. Все это приводит к тому, что бизнес проявляет интерес к микросервисным технологиям.

Однако, несмотря на все преимущества микросервисного подхода, следует учитывать его недостатки.

Во-первых, несмотря на отсутствие ограничений на выбор языков, коммуникация между отдельными частями приложения становится сложнее, что приводит к дополнительным трудностям в проектировании.

Во-вторых, с ростом проекта и добавлением новых сервисов в уже существующий проект, поддержка и разработка такого программного обеспечения становятся все сложнее.

В-третьих, стоит учитывать финансовые аспекты. Хотя микросервисный подход может быть выгодным по сравнению с монолитным подходом, при сложной структуре проекта и его постепенном расширении затраты на квалифицированный персонал, серверы и другое оборудование могут перекрыть преимущества микросервисов.

Анализируя вышеуказанные недостатки, важно отметить, что они все объединены одним общим фактом: все это – проблемы/недостатки плохого планирования.

Из этого следует вывод, что наиболее непродуктивным решением со стороны бизнеса будет бездумное следование трендам и инвестиции в микросервисную разработку без детального анализа ситуации. Это повлечет за собой финансовые потери, которые будут продолжать расти, если приложение останется действующим. Следовательно, необходимо подходить к микросервисной разработке с глубоким пониманием процессов, а также соблюдением некоторых правил, таких как:

Максимально вложить средства в аналитику и планирование будущего проекта. Квалифицированные специалисты помогут разработать детальный план будущего ПО, включая его дальнейшее развитие, что позволит предотвратить финансовые проблемы в будущем.

Также не следует окончательно отбрасывать монолитный подход [5]. На сравнительно небольшом временном отрезке монолит куда проще и дешевле в проектировании. Поэтому самым подходящим вариантом будет создание монолитного прототипа, так называемого MVP (0) (Minimal Viable Product – минимально жизнеспособный продукт), который позволит на конкретном примере оценить целесообразность дальнейших инвестиций в проект и скорректировать последующие действия по его развитию, и лишь затем переходить на микросервисы.

Помимо вышесказанного, важна оценка необходимости микросервисного подхода на каждом этапе проекта. Четкое понимание преимуществ и недостатков микросервисной архитектуры позволит избежать таких необдуманных решений, как, к примеру, перенос монолита на новую архитектуру.

Не смотря на описанные выше моменты, касающиеся данного вопроса, далеко не всегда смена подхода имеет смысл – например, когда проект на текущий момент функционирует, а его жизненный цикл находится в завершающей стадии; или же в случае, когда дальнейшее расширение проекта не планируется, переход на микросервисы повлечет за собой лишь лишние траты, временные потери и так далее.

Микросервисы, являясь, на данный момент, одним из самых перспективных направлений в разработке ПО, стали крайне привлекательным объектом для бизнеса. Но, вместе со всеми преимуществами, микросервисный подход несет в себе и большое количество недостатков, а также рисков, в том числе, и финансовых.

Целью данной статьи являлась попытка всесторонне изучить микросервисы, включая различные их проблемы, а также постараться выработать некоторую абстрактную стратегию, которая позволила бы эффективнее подойти к микросервисам с точки зрения управления проектом в целом, и связанных с этим финансовых рисков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ричардсон К.* Микросервисы. Паттерны разработки и рефакторинга / Книга : Изд-во Питер, 2020. 544 с.
2. *Lewis J.* Microservices. [Электронный ресурс]. URL: <https://tinyurl.com/4cv75ykj> (дата

обращения: 01.10.2023).

3. *Кочер П. С.* Микросервисы и контейнеры Docker / Книга : Изд-во ДМК-Пресс, 2019. 240 с.

4. *Ньюмен С.* От молонита к микросервисам // БХВ-Петербург, 2021. 272 с.

5. *Dehghani Z.* How to break a Monolith into Microservices. [Электронный ресурс]. URL: <https://tinyurl.com/2bcessdv> (дата обращения: 03.10.2023).

РОЛЬ АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ERP-СИСТЕМ В УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ В ФИНАНСОВОЙ СФЕРЕ

А. Д. Селютин, В. А. Кушников

*Федеральный исследовательский центр
«Саратовский научный центр Российской академии наук», Россия
E-mail: aseliutin@ya99.ru, kushnikoff@yandex.ru*

В данной статье предложена математическая модель, основанная на аппарате системной динамики для оценки и управления рисками, связанными с функционированием ERP-систем в финансовой сфере. Системно-динамическая модель реализована в программном комплексе AnyLogic, с возможностью проведения симуляций и экспериментов для анализа качества ERP-систем. Модель позволяет учесть сложность взаимодействия между различными компонентами ERP-системы и их влияние на общую эффективность и результативность финансовой программной системы.

ERP SYSTEMS QUALITY ANALYSIS IN FINANCIAL RISK MANAGEMENT

A. D. Selyutin, V. A. Kushnikov

This article proposes a mathematical model based on system dynamics for managing risks associated with the functioning of ERP systems in the financial sector. The system-dynamic model is implemented in the AnyLogic software, which has the ability to simulate and analyze the quality of ERP systems. The model allows us to take into account the complexity of the interactions between the components of the ERP system and their impact on the overall efficiency of the financial software system.

Введение. Финансовая сфера играет ключевую роль в экономическом развитии каждой страны, а эффективное управление рисками в финансовых и банковских программных системах является неотъемлемым элементом обеспечения их стабильности и устойчивости. В настоящее время многие организации используют интегрированные системы управления ресурсами предприятия (ERP) для обеспечения надежной и эффективной работы в данной предметной области. Однако, важным аспектом успешного функционирования финансовых систем является качество используемого программного обеспечения.

Управление качеством программного обеспечения является критическим фактором для обеспечения нормального и безопасного функционирования финансовых программных систем. Ошибки или сбои в ERP-системах могут привести к серьезным финансовым потерям для организации. Поэтому важно разработать методологии и инструменты, которые позволят анализировать и улучшать качество ERP-систем для управления рисками в финансовой сфере.

Целью данного исследования является разработка математического и программного обеспечения для анализа качества ERP-систем на основе аппарата системной динамики для управления рисками в финансовой сфере. В частности,

проводится исследование, которое позволит определить основные факторы, влияющие на качество ERP-систем в финансовой сфере, и разработать подходы и методы для их эффективного управления.

Методы и материалы

Проведен сравнительный анализ исследований, касающихся анализа качества ERP-систем в финансовом секторе:

1. В исследовании [1] был проведен анализ качества ERP-систем с использованием метода анализа иерархии (АИР). В результате исследования были выявлены основные факторы, оказывающие влияние на качество ERP-систем в финансовом секторе, но недостатком данного исследования является отсутствие описания процедуры анализа иерархии и ограниченный объем обрабатываемых данных;

2. В исследовании [2] был проведен сравнительный анализ качества ERP-систем на основе экспертных оценок. В результате исследования были выявлены основные параметры, влияющие на качество ERP-систем, а также определены их взаимосвязи. Однако, данный подход имеет недостаток в том, что экспертные оценки могут быть субъективными и не всегда отображать реальное качество ERP-систем;

3. В исследовании [3] был проведен анализ качества ERP-систем в финансовом секторе на основе статистических данных и использования метрик качества. В результате исследования были выявлены основные проблемы и недостатки ERP-систем, а также предложены рекомендации по их улучшению, но ограниченный объем статистических данных и использование универсальных метрик качества могут снизить точность результатов данного исследования.

По итогам сравнительного анализа можно сделать вывод, что существующие исследования по анализу качества ERP-систем в финансовом секторе имеют свои недостатки, связанные с ограниченностью данных, субъективностью оценок и недостаточной детализацией методов анализа. Для более точного анализа качества ERP-систем необходимо разработать модель, учитывающую различные аспекты и факторы качества программного обеспечения.

Использование параметров качества из стандарта ISO 25010 необходимо для разработки модели оценки качества ERP-систем, чтобы обеспечить систематическую и всестороннюю оценку производительности, надежности, безопасности ERP-систем для управления рисками в финансовой деятельности [4-8]. В рамках данного исследования будет использоваться аппарат системной динамики для моделирования различных сценариев использования ERP-системы в финансовом секторе [9, 10]. Такой подход позволит учесть динамический характер изменения функционирования ERP-системы и прогнозировать ее поведение в условиях изменяющихся требований и рисков финансового сектора.

Разработка модели

При разработке математической модели для оценки качества ERP-систем было выбрано сечение из 21 параметра качества программного обеспечения из стандарта ISO 25010. Также были выбраны 5 возмущений, влияющих на функционирование ERP-системы. Данные переменные и возмущения описаны в [11].

Для сбора данных о качестве программного обеспечения была разработана и использована модель нечеткой логики, график функции принадлежности выходной переменной которой представлен на рис. 1.

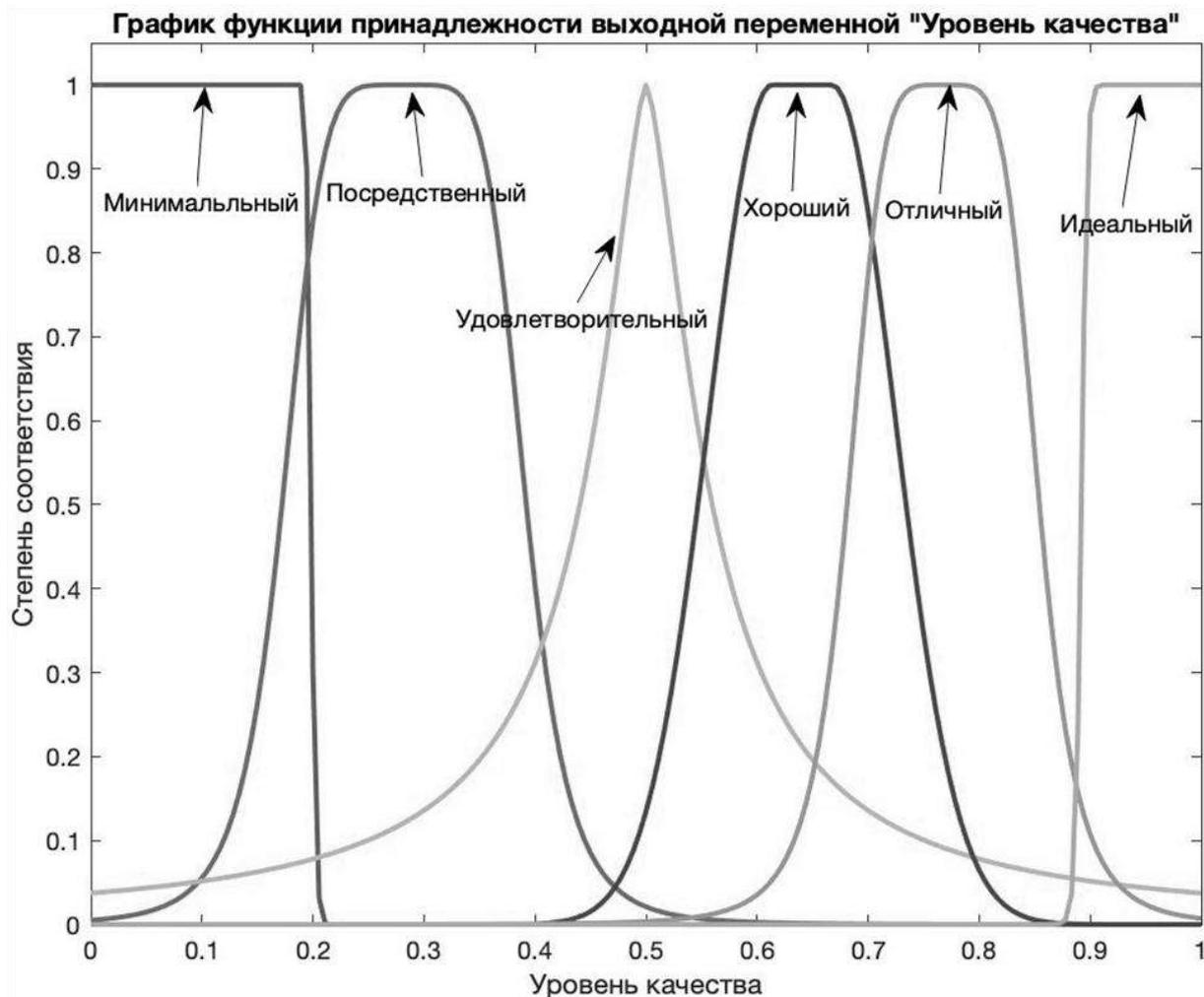


Рис. 1. График функции принадлежности выходной переменной «Уровень качества» модели нечеткой логики

Далее был разработан граф причинно-следственных связей. На основе графа и собранной статистики были построены уравнения регрессии между ребрами графа. После этого составлена система дифференциальных уравнений в нормальной форме Коши в частном виде.

На основе разработанной математической модели была реализована системно-динамическая модель в программной среде AnyLogic. Структура реализованной модели представлена на рис. 2.

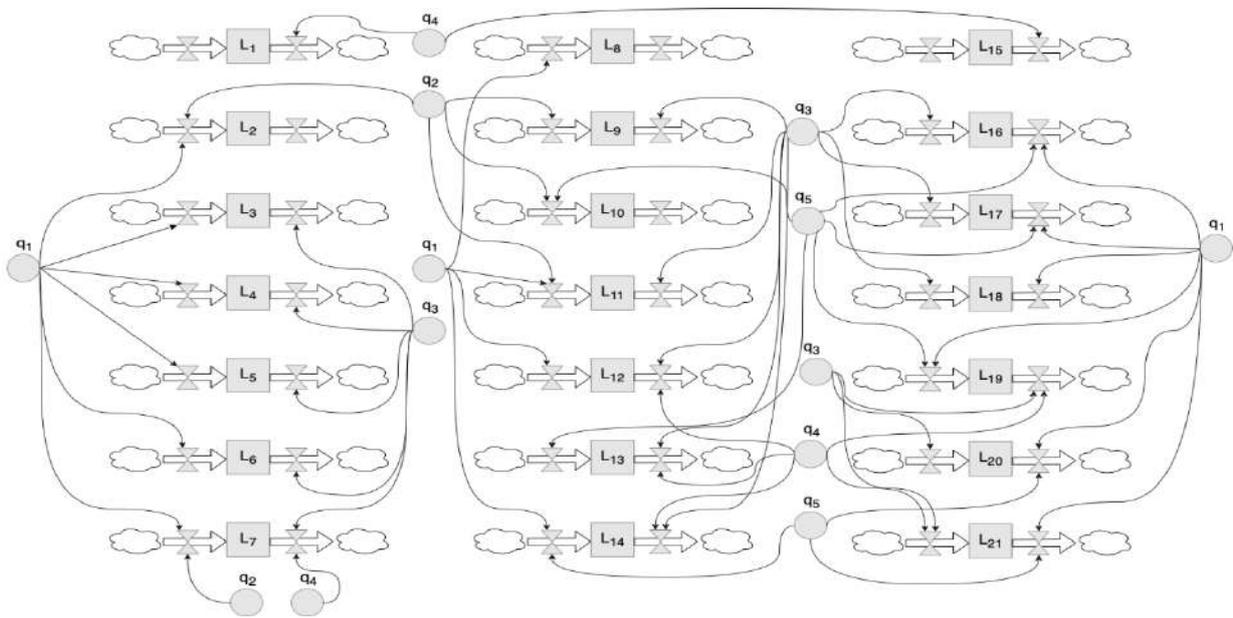


Рис. 2. Структура системно-динамической модели

В результате модельного эксперимента на ERP-системе финансовой организации [12] было обнаружено, что в момент времени $t=0,38$ не обеспечивается надлежащий уровень качества программного обеспечения, как показано на рис. 3.

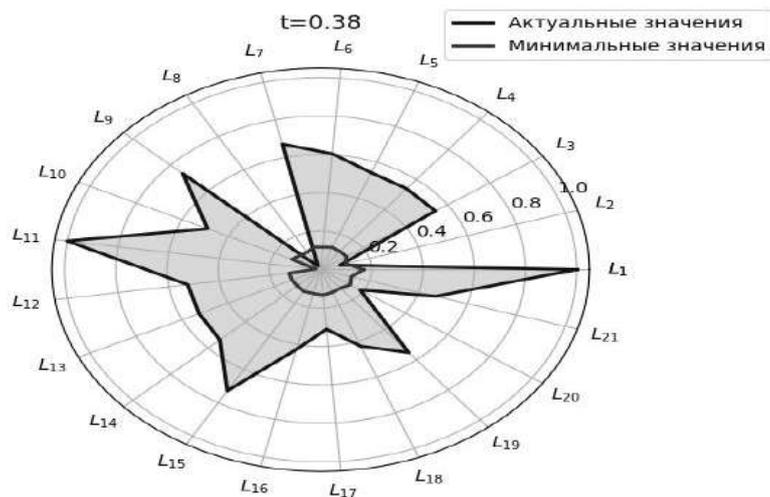


Рис. 3. Критическая ситуация необеспечения надлежащего уровня качества ERP-системы в момент времени

На основе данной критической ситуации были сформированы правила продукции для исправления ситуации и ее переконфигурации. С учетом изменений в следующем модельном эксперименте не возникло критических ситуаций.

Заключение. Была разработана системно-динамическая модель, основанная на аппарате системной динамики, для оценки и управления рисками, связанными с функционированием ERP-систем в финансовой сфере. Использование

модели, реализованной в программном комплексе AnyLogic, позволяет проводить симуляции и эксперименты, что способствует более точному анализу качества ERP-систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белозеров В. А., Кривоносова А. С., Хилтон А. Моделирование качества информационной системы на основе межрегуляторных связей // Вестник Ивановского государственного университета. 2019. № 3. С. 15-20.
2. Дробышев А. М., Икзаре М. А., Захаров Э. С. Применение методов анализа рисков при оценке качества ERP систем // Информационные технологии и информационная безопасность. 2017. Т. 2. № 3. С. 59-65.
3. Баринов С. П., Владимирова Е. А., Жукова Е. А. Анализ и прогнозирование качества информационных систем // Информационные технологии и вычислительные системы. 2019. Т. 4. № 3. С. 26-32.
4. Лапина Н. В., Колмогорова Е. В., Кураков Ю. В. Оценка эффективности и качества ERP-систем с применением интеллектуальных алгоритмов статистического анализа данных // Управленческое консультирование. 2018. № 6. С. 41-47.
5. Калинина Е. Г., Быстров С. А., Куклина В. А. Множественный анализ мнений экспертов о качестве ERP-систем // Информатика и ее применения. 2022. Т. 6. № 2. С. 61-70.
6. Костикова Н. В., Расторгуев Д. В., Абедул К. Анализ функционирования ERP-системы в аспекте обеспечения качества // Управление проектами и программами. 2020. № 2. С. 42-46.
7. Лыткин А. В. Методики оценки качества внедрения ERP-систем // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Информатика и вычислительная техника. 2019. № 4. С. 141-147.
8. Мартьянов А. В., Мохов А. В., Фалев В. А. Оценка качества ERP системы на основе нечеткой логики // Труды МПИТФ. 2019. Т. 11. № 4. С. 105-110.
9. Мещерякова О. В., Буркатов И. В., Стурсова А. А. Некоторые аспекты оценки качества ERP-систем // Управление, экономика и общество. 2017. № 4. С. 113-118.
10. Романенков А. М., Мандрющенко И. Г. Анализ качества и выбор ERP-системы на основе полилогового метода группового выбора // Управление развитием сложных систем. 2019. Т. 36. С. 27-35.
11. Селютин, А. Д., Кушников В. А. Моделирование системы повышения качества программного обеспечения с использованием модели ISO 9126 // Компьютерные науки и информационные технологии: Материалы Междун. науч. конф. 2021. С. 134-138.
12. Лось Д. А. Рейтинговые модели оценки финансовой устойчивости банка на примере ПАО «Сбербанк» // Новая наука: Стратегии и векторы развития. 2016. № 118-3. С. 141-143.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАВНОВЕСНЫХ ТРАЕКТОРИЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЫНКА ТРУДА С ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИЕЙ НЕОГРАНИЧЕННОГО РОСТА

И. А. Силантьева

Рязанский государственный университет им. С. А. Есенина, Россия

E-mail: irinasilantevais@yandex.ru

В статье предложена четырехфакторная динамическая модель рынка труда, основанная на модифицированной производственной функции неограниченного роста, учитывающей постоянную миграцию, постоянные внешние инвестиции, конкуренцию за ограниченный ресурс рабочих мест. Найдены равновесные траектории динамической системы, сформулирована их содержательная экономическая интерпретация, определены условия их устойчивости с помощью соответствующих систем линейного приближения.

STUDY OF EQUILIBRIUM TRAJECTORIES OF A DYNAMIC MODEL OF THE LABOUR MARKET WITH A PRODUCTION FUNCTION OF UNLIMITED GROWTH

I. A. Silantyeva

We develop a four-factor dynamic model of the labor market based on a modified production function of unlimited growth, which considers constant migration, constant external investment, and competition for a limited resource of jobs. The equilibrium trajectories of the dynamic system are found, their substantive economic interpretation is formulated, and their stability conditions are determined by means of the corresponding linear approximation systems.

В статье продолжается исследование следующей четырехфакторной автономной динамической модели рынка труда, предложенной в [1] и дополненной факторами «инвестиции» и «миграционное сальдо» в [2]:

$$\begin{cases} \dot{K} = -\mu K + (1-a)F(K, L) + I, \\ \dot{L} = r_L Q \left(1 - \frac{Q}{M_L}\right), \\ \dot{N} = rN \left(1 - \frac{N+P}{M}\right), \\ \dot{Q} = \gamma_1 N + \gamma_2 F(K, L) + \gamma_3 P, \end{cases} \quad (1)$$

где K – капитал (стоимость основных фондов экономики); L – труд (численность населения, занятого в экономике); N – численность населения, постоянно проживающего в регионе; Q – численность рабочей силы; $F(K, L)$ – производственная функция; $(1-a) \in [0; 1)$ – коэффициент накопления основного капи-

тала), $\mu \in (0; 1)$ – норма амортизации, M_L и M – максимально допустимые численности рабочих мест и населения соответственно ($M > N + P$, $M_L > L$), $\{r_L, r\} \in (-1; 1)$ – коэффициенты прироста рабочих мест и населения соответственно; I – постоянные внешние инвестиции, P – миграционное сальдо (может быть как положительной, так и отрицательной величиной); $\gamma_2 \in (-1, 1)$ – коэффициент изменения рабочей силы за счет развития экономики ($\gamma_2 > 0$ характеризует высвобождение рабочей силы); $\{\gamma_1, \gamma_3\} \in [0; 1)$ – коэффициент естественного прироста рабочей силы и коэффициент прироста рабочей силы за счет миграции.

В отличие от [2], рассмотрим производственную функцию с неограниченным ростом вида $F(K, L) = KL(K + L)$ [3], с учетом которой система (1) примет вид

$$\begin{cases} \dot{K} = -\mu K + (1-a)KL(K+L) + I, \\ \dot{L} = r_L Q \left(1 - \frac{Q}{M_L}\right), \\ \dot{N} = rN \left(1 - \frac{N+P}{M}\right), \\ \dot{Q} = \gamma_1 N + \gamma_2 KL(K+L) + \gamma_3 P. \end{cases} \quad (2)$$

Ставится задача: найти состояния равновесия системы (2), исследовать их устойчивость и поведение траекторий в окрестности состояний равновесия методами качественной теории дифференциальных уравнений [4].

Непосредственными вычислениями для системы (2) были получены состояния равновесия $O_1(K_1; L_1; 0; 0)$, $O_2(K_1; L_1; 0; M_L)$, $O_3(K_2; L_2; M - P; 0)$, $O_4(K_2; L_2; M - P; M_L)$, где

$$K_1 = \frac{I}{\mu} - \frac{(1-a)\gamma_3 P}{\mu\gamma_2}, \quad L_1 = -\frac{1}{2}K_1 + \frac{1}{2}\sqrt{K_1^2 - \frac{4\gamma_3 P}{\gamma_2 K_1}}, \quad (3)$$

$$K_2 = \frac{I}{\mu} - \frac{(1-a)(\gamma_1 M + (\gamma_3 - \gamma_1)P)}{\mu\gamma_2}, \quad L_2 = -\frac{1}{2}K_2 + \frac{1}{2}\sqrt{K_2^2 - \frac{4(\gamma_1 M + (\gamma_3 - \gamma_1)P)}{\gamma_2 K_2}}. \quad (4)$$

Так как содержательно интерпретируемыми являются состояния равновесия O_1 , O_2 , O_3 , O_4 с неотрицательными координатами, то необходимо установить соотношения между постоянными внешними инвестициями I , миграционным сальдо P и коэффициентами системы (2), определяющими такие состояния равновесия. Справедливы следующие утверждения.

Утверждение 1. Для $K_1 \geq 0$ и $L_1 \geq 0$ необходимо и достаточно, чтобы выполнялось неравенство $\frac{P}{\gamma_2} < 0$.

Доказательство. В силу предположений о коэффициентах и внешних факторах системы (1) отрицательными могут быть миграционное сальдо P и коэффициент γ_2 . Поэтому отношение $\frac{P}{\gamma_2}$, входящее в выражения (3), может быть как положительным, так и отрицательным. Очевидно, что $K_1 \geq 0$ тогда и

только тогда, когда $I \geq \frac{(1-a)\gamma_3 P}{\gamma_2}$. Значение L_1 должно быть вещественным. Для этого необходимо и достаточно, чтобы выполнялось неравенство $K_1^2 - \frac{4\gamma_3 P}{\gamma_2 K_1} \geq 0$, которое справедливо при всех $K_1 \geq \sqrt[3]{\frac{4\gamma_3 P}{\gamma_2}}$. Подставляя в последнее неравенство $K_1 = \frac{I}{\mu} - \frac{(1-a)\gamma_3 P}{\mu\gamma_2}$ и разрешая его относительно I , получим неравенство $I \geq \frac{(1-a)\gamma_3 P}{\gamma_2} + \mu\sqrt[3]{\frac{4\gamma_3 P}{\gamma_2}}$, которое справедливо как при $\frac{P}{\gamma_2} > 0$, так и при $\frac{P}{\gamma_2} < 0$. При $K_1 \geq 0$ и $I \geq \frac{(1-a)\gamma_3 P}{\gamma_2} + \mu\sqrt[3]{\frac{4\gamma_3 P}{\gamma_2}}$ для $L_1 \geq 0$ необходимо и достаточно, чтобы выполнялось неравенство $-\frac{1}{2}K_1 + \frac{1}{2}\sqrt{K_1^2 - \frac{4\gamma_3 P}{\gamma_2 K_1}} \geq 0$. Разрешая его относительно $K_1 \geq 0$, получим неравенство $\frac{4\gamma_3 P}{\gamma_2 K_1} \leq 0$, которое при $\frac{P}{\gamma_2} > 0$ противоречит условиям $K_1 \geq 0$ и $\gamma_3 \in [0; 1)$, и не противоречит им при $\frac{P}{\gamma_2} < 0$. Утверждение 1 доказано.

Утверждение 2. Для $K_2 \geq 0$ и $L_2 \geq 0$ необходимо и достаточно выполнения одного (любого) из трёх условий:

- 1) $P < 0$, $\frac{\gamma_1}{\gamma_3} > \frac{|P|}{M+|P|}$, $\gamma_2 < 0$;
- 2) $P > 0$, $\gamma_2 < 0$;
- 3) $P < 0$, $\frac{\gamma_1}{\gamma_3} < \frac{|P|}{M+|P|}$, $\gamma_2 > 0$.

Доказательство. Аналогично утверждению 1 доказано, что для $K_2 \geq 0$ и $L_2 \geq 0$ необходимо и достаточно, чтобы выполнялось неравенство $\frac{(\gamma_1 M + (\gamma_3 - \gamma_1)P)}{\gamma_2} < 0$, которое равносильно одной из следующих систем неравенств:

$$\begin{array}{ll}
 1) \begin{cases} P < 0, \\ \gamma_1(M - P) + \gamma_3 P > 0, \\ \gamma_2 < 0; \end{cases} & 2) \begin{cases} P > 0, \\ \gamma_1(M - P) + \gamma_3 P > 0, \\ \gamma_2 < 0; \end{cases} \\
 3) \begin{cases} P < 0, \\ \gamma_1(M - P) + \gamma_3 P < 0, \\ \gamma_2 > 0; \end{cases} & 4) \begin{cases} P > 0, \\ \gamma_1(M - P) + \gamma_3 P < 0, \\ \gamma_2 > 0. \end{cases}
 \end{array}$$

Далее непосредственными вычислениями получено, что система 1) равносильна условию 1), система 2) равносильна условию 2), система 3) равносильна условию 3), а система 4) противоречива при $\{\gamma_1, \gamma_3\} \in [0; 1)$. Утверждение 2 доказано.

Заметим, что при выполнении условий 2) и 3) утверждения 2 система (2) имеет 4 состояния равновесия в области неотрицательных координат $OKLNQ$, а при выполнении условия 1) утверждения 2) – только 2 (так как в этом случае из

утверждения 1 следует, что $L_1 < 0$). Условия $P > 0, \gamma_2 < 0$ и $P < 0, \gamma_2 > 0$ характеризуют ситуацию, когда потоки высвобождающейся рабочей силы и внешней миграции противоположны.

Далее исследовалось поведение траекторий системы (2) в окрестности каждого состояния равновесия с использованием свойств соответствующей системы линейного приближения. Ниже в таблице представлены матрицы систем линейного приближения в окрестности каждого состояния равновесия и их собственные значения.

**Исследование состояний равновесия (СР) системы (2)
с использованием свойств соответствующих систем линейного приближения**

СР	Матрица соответствующей системы линейного приближения	Собственные значения
O_1	$\begin{pmatrix} -\mu + (1-a)L_1(2K_1 + L_1) & (1-a)K_1(K_1 + 2L_1) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & r_L \\ 0 & 0 & r\left(1 - \frac{P}{M}\right) & 0 \\ \gamma_2 L_1(2K_1 + L_1) & \gamma_2 K_1(K_1 + 2L_1) & \gamma_1 & 0 \end{pmatrix}$	$\lambda_1 = -\mu + (1-a)L_1(2K_1 + L_1)$ $, \lambda_2 = \frac{-\mu\gamma_2 K_1(K_1 + 2L_1)}{-\mu + (1-a)L_1(2K_1 + L_1)},$ $\lambda_3 = r\left(1 - \frac{P}{M}\right), \lambda_4 = r_L$
O_2	$\begin{pmatrix} -\mu + (1-a)L_1(2K_1 + L_1) & (1-a)K_1(K_1 + 2L_1) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -r_L \\ 0 & 0 & r\left(1 - \frac{P}{M}\right) & 0 \\ \gamma_2 L_1(2K_1 + L_1) & \gamma_2 K_1(K_1 + 2L_1) & \gamma_1 & 0 \end{pmatrix}$	$\lambda_1 = -\mu + (1-a)L_1(2K_1 + L_1)$ $, \lambda_2 = \frac{-\mu\gamma_2 K_1(K_1 + 2L_1)}{-\mu + (1-a)L_1(2K_1 + L_1)},$ $\lambda_3 = r\left(1 - \frac{P}{M}\right), \lambda_4 = -r_L$
O_3	$\begin{pmatrix} -\mu + (1-a)L_2(2K_2 + L_2) & (1-a)K_2(K_2 + 2L_2) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & r_L \\ 0 & 0 & r\left(1 - \frac{P}{M}\right) & 0 \\ \gamma_2 L_2(2K_2 + L_2) & \gamma_2 K_2(K_2 + 2L_2) & \gamma_1 & 0 \end{pmatrix}$	$\lambda_1 = -\mu + (1-a)L_2(2K_2 + L_2)$ $, \lambda_2 = \frac{-\mu\gamma_2 K_2(K_2 + 2L_2)}{-\mu + (1-a)L_2(2K_2 + L_2)},$ $\lambda_3 = r\left(1 - \frac{P}{M}\right), \lambda_4 = r_L$
O_4	$\begin{pmatrix} -\mu + (1-a)L_2(2K_2 + L_2) & (1-a)K_2(K_2 + 2L_2) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -r_L \\ 0 & 0 & -r\left(1 - \frac{P}{M}\right) & 0 \\ \gamma_2 L_2(2K_2 + L_2) & \gamma_2 K_2(K_2 + 2L_2) & \gamma_1 & 0 \end{pmatrix}$	$\lambda_1 = -\mu + (1-a)L_2(2K_2 + L_2)$ $, \lambda_2 = \frac{-\mu\gamma_2 K_2(K_2 + 2L_2)}{-\mu + (1-a)L_2(2K_2 + L_2)},$ $\lambda_3 = -r\left(1 - \frac{P}{M}\right), \lambda_4 = -r_L$

С точки зрения экономики наиболее привлекательным является состояние равновесия O_4 , так как оно характеризует экономику с ненулевой численностью населения и с ненулевой численностью рабочей силы, проживающей в этом регионе. Поэтому целесообразно, чтобы это состояние равновесия было устойчивым по первому приближению [4], а состояния равновесия O_1, O_2, O_3 – неустойчивыми.

Заметим, что для всех состояний равновесия собственные значения соответствующих матриц систем линейного приближения действительны и различны (см. таблицу 1). В этом случае для асимптотической устойчивости состояния равновесия по первому приближению достаточно, чтобы собственные значения были отрицательны, а для устойчивости достаточно, чтобы среди собственных

значений не было положительных чисел, но были нулевые собственные значения, которые являлись бы простыми или кратность m такого значения λ равна $4 - r$, где $r = \text{rang}(A - \lambda E)$, A – матрица соответствующей системы линейного приближения.

Рассмотрим состояние равновесия O_4 . Из утверждений 1 и 2 и условий $\mu \in (0; 1)$, $\{r_L, r\} \in (-1; 1)$ следует, что $\lambda_1 < 0$ при $(1 - a)L_1(2K_1 + L_1) < \mu$, $\lambda_3 < 0$ при $r > 0$, $\lambda_4 < 0$ при $r_L > 0$. Тогда собственное значение $\lambda_2 = \frac{-\mu\gamma_2 K_2 (K_2 + 2L_2)}{-\mu + (1 - a)L_2(2K_2 + L_2)}$ имеет отрицательный знаменатель, а его числитель будет положительным при $\gamma_2 < 0$. В этом случае остальные 3 состояния равновесия O_1, O_2, O_3 будут неустойчивыми (так как тогда хотя бы одно из собственных значений из λ_3 и λ_4 положительно).

С точки зрения содержательной интерпретации такая экономика возможна в случае, когда в регионе развивается производство с увеличением числа рабочих мест так, что рабочей силы, проживающей в регионе, не хватает.

Дальнейшее исследование модели (1) предполагает подбор производственной функции с ограниченным ростом, при которой система (1) будет иметь состояния равновесия с положительными координатами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лискина Е. Ю. Состояния равновесия динамической модели рынка труда // Дифференциальные уравнения и математическое моделирование: межвуз. сб. науч. тр. 2021. Вып. 2. С. 36-39.
2. Лискина Е. Ю., Силантьева И. А. Исследование равновесных траекторий неавтономной динамической модели рынка труда // Системы управления, сложные системы: моделирование, устойчивость, стабилизация, интеллектуальные технологии: материалы IX Междунар. науч.-практ. Конф. 2023. С. 84.
3. Шараев Ю. В. Теория экономического роста : учеб. пособие для вузов. М. : Изд. Дом ГУ ВШЭ, 2006. 254 с.
4. Демидович Б. П. Лекции по математической теории устойчивости. СПб. : Лань, 2008. 480 с.

О ЛАКУНАРНЫХ КВАДРАТУРНЫХ ФОРМУЛАХ ДЛЯ СИНГУЛЯРНОГО ИНТЕГРАЛА С ЯДРОМ ГИЛЬБЕРТА

Ю. С. Солиев

*Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет, Россия
E-mail: su1951@mail.ru*

Рассматривается применение некоторых типов лакунарного интерполирования к приближенному вычислению сингулярного интеграла с ядром Гильберта. Построены квадратурные формулы на основе $(0,2,3)$, $(0,1, M)$, $(0,1,2, M)$ -интерполирования плотности интеграла. Остаточные члены квадратурных формул оцениваются для плотностей из классов непрерывно-дифференцируемых гельдеровых функций.

ON LACUNAR QUADRATURE FORMULAS FOR A SINGULAR INTEGRAL WITH A HILBERT KERNEL

Yu. S. Soliev

The application of some types of lacunar interpolation to the approximate calculation of a singular integral with a Hilbert kernel is considered. Quadrature formulas based on $(0,2,3)$, $(0,1, M)$, $(0,1,2, M)$ -interpolation of the density of the integral are constructed. The residual terms of quadrature formulas are estimated for densities from classes of continuously differentiable Helder functions.

Рассмотрим понимаемый в смысле главного значения по Коши сингулярный интеграл с ядром Гильберта

$$\Gamma f = \Gamma(f; x) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \operatorname{ctg} \frac{t-x}{2} dt, \quad (1)$$

где $f(x)$ – 2π -периодическая заданная плотность интеграла.

Многие задачи физики, аэродинамики, теории упругости, электродинамики, теории антенн и др. приводят к сингулярным интегральным уравнениям (см., напр., [1]). Для реализации численных методов решения сингулярных уравнений необходимо разрабатывать приближенные методы вычисления сингулярных интегралов, входящих в такие уравнения. Интерполяционные квадратурные формулы для интеграла (1) достаточно хорошо разработаны (см., напр., [2]). В работе [3] рассмотрены также некоторые квадратурные формулы с кратными узлами и с пропусками производных (лакунарные квадратурные формулы). Квадратурные формулы с узлами различной кратности для интеграла (1) нашли применение при приближенном решении сингулярных интегральных и интегродифференциальных уравнений (см., напр., [1], [4]).

К приближенному вычислению интеграла (1) можно применить различные типы лакунарного интерполирования, когда они существуют и их можно выпи-

сать в явном виде. Рассмотрим применение некоторых типов лакунарного интерполирования [5] - [8] к приближенному вычислению интеграла (1).

Пусть $H_n f = H_n(f; x)$ – тригонометрический полином соответствующего порядка, удовлетворяющий условиям (0,2,3) -интерполирования [5], [6] :

$$H_n(f; x_k) = f(x_k), H_n''(f; x_k) = b_k, H_n'''(f; x_k) = c_k, x_k = \frac{2k\pi}{n}, k = \overline{0, n-1}.$$

Аппроксимируя плотность интеграла (1) полиномом $H_n f$, получим квадратурную формулу

$$\Gamma f = \Gamma(H_n f; x) + R_n f = \sum_{k=0}^{n-1} (f(x_k)U(x-x_k) + b_k V(x-x_k) + c_k W(x-x_k)) + R_n f, \quad (2)$$

$$\text{где } U(x) = \frac{1}{n^3} \left(-2 \sum_{j=1}^{m-1} \frac{(n^2 - j^2)^2}{n^2 - 3j^2} \sin jx + \sum_{j=m+1}^{3m-1} \frac{(2n^2 - 3nj + j^2)^2}{n^2 - 3(n-j)^2} \sin jx \right) - \frac{1}{8n} (9 \sin mx - \sin 3mx),$$

$$V(x) = \frac{1}{n^3} \left(-2 \sum_{j=1}^{m-1} \frac{n^2 + 3j^2}{n^2 - 3j^2} \sin jx + \frac{1}{4} \sum_{j=m+1}^{3m-1} \frac{n^2 + 3(3n-2j)^2}{n^2 - 3(n-j)^2} \sin jx \right) - \frac{1}{2} (\sin mx - \sin 3mx),$$

$$W(x) = -\frac{1}{n^3} \left(4 \sum_{j=1}^m \frac{j \cos jx}{n^2 - 3j^2} + \sum_{j=m+1}^{3m-1} \frac{(3n-2j) \cos jx}{n^2 - 3(n-j)^2} \right), \quad n = 2m;$$

$$U(x) = \frac{1}{n^3} \left(-2 \sum_{j=1}^m \frac{(n^2 - j^2)^2}{n^2 - 3j^2} \sin jx + \sum_{j=m+1}^{3m+1} \frac{(2n^2 - 3nj + j^2)^2}{n^2 - 3(n-j)^2} \sin jx \right),$$

$$V(x) = \frac{1}{n^3} \left(-2 \sum_{j=1}^m \frac{n^2 + 3j^2}{n^2 - 3j^2} \sin jx + \frac{1}{4} \sum_{j=m+1}^{3m+1} \frac{n^2 + 3(3n-2j)^2}{n^2 - 3(n-j)^2} \sin jx \right),$$

$$W(x) = -\frac{1}{n^3} \left(4 \sum_{j=1}^m \frac{j \cos jx}{n^2 - 3j^2} + \sum_{j=m+1}^{3m+1} \frac{(3n-2j) \cos jx}{n^2 - 3(n-j)^2} \right), \quad n = 2m+1,$$

а $R_n f = R_n(f; x)$ – остаточный член.

Теорема 1. Если $f(x) \in H_\alpha(M), 0 < \alpha \leq 1, |b_k| = O(n^{2-\alpha}), |c_k| = O(n^{3-\alpha}), k = \overline{0, n-1}$, то для остаточного члена квадратурной формулы (2) справедлива оценка

$$\|R_n f\|_C = O\left(\frac{\ln n}{n^\alpha}\right). \quad (3)$$

Оценка (3) сохраняется и в случае $(0, p, q)$ -интерполирования [6] ($p < q, p$ и q – разной четности), если $f(x) \in H_\alpha(M), 0 < \alpha \leq 1, |b_k| = O(n^{p-\alpha}), |c_k| = O(n^{q-\alpha}), k = \overline{0, n-1}$.

Если в (2) $b_k = f''(x_k), c_k = f'''(x_k), k = \overline{0, n-1}$, то получим лакунарную (0,2,3)-интерполяционную квадратурную формулу для интеграла (1).

Теорема 2. Пусть в (2) $b_k = f''(x_k), c_k = f'''(x_k), k = \overline{0, n-1}$, $f(x) \in H_\alpha^{(r)}(A), 0 < \alpha \leq 1, r \geq 3$. Тогда $\|R_n f\|_C = O\left(\frac{\ln n}{n^{r+\alpha-3}}\right), r + \alpha > 3$.

Рассмотрим теперь (0,1, M)-интерполирование. Пусть $P_n f = P_n(f; x)$ – тригонометрический полином соответствующего порядка [7], удовлетворяющий условиям

$$P_n(f; x_k) = f(x_k), P'_n(f; x_k) = B_k, P_n^{(M)}(f; x_k) = C_k, x_k = \frac{2k\pi}{n}, k = \overline{0, n-1},$$

где $M \geq 2$ – четное число.

Аппроксимируя плотность интеграла (1) полиномом $P_n f$, получим квадратурную формулу

$$\Gamma f = \Gamma(P_n f; x) + R_n f = \sum_{k=0}^{n-1} (f(x_k) \tilde{U}(x - x_k) + B_k \tilde{V}(x - x_k) + C_k \tilde{W}(x - x_k)) + R_n f, \quad (4)$$

$$\text{где } \tilde{U}(x) = \frac{1}{n^2} \left(-2 \sum_{j=1}^{n-1} (n-j) \sin jx + 4(-1)^{\frac{M}{2}} \sum_{j=1}^m \gamma_j (\sin jx - \sin nx \cos jx) \right),$$

$$\tilde{V}(x) = \frac{1}{n^2} \left(2 \sum_{j=1}^{n-1} \cos jx + \cos nx + 4(-1)^{\frac{M}{2}} \sum_{j=1}^{\lfloor \frac{n-1}{2} \rfloor} \beta_j \cos jx \right), \tilde{W}(x) = n^{-M-1} \sin nx - \frac{4}{n} \left(\sum_{j=1}^{m-1} \alpha_j (\sin jx - \sin nx \cos jx) + 2\alpha_m (\sin mx - \sin nx \cos mx) \right), \quad n = 2m;$$

$$\tilde{W}(x) = n^{-M-1} \sin nx - \frac{4}{n} \sum_{j=1}^m \alpha_j (\sin jx - \sin nx \cos jx), \quad n = 2m + 1,$$

$$\alpha_j = \left((n+j)^M + (n-j)^M - 2j^M \right)^{-1}, \beta_j = \left((n-j)^M - j^M \right) \alpha_j,$$

$$\gamma_j = \left((n-j)j^M + j(n-j)^M \right) \alpha_j,$$

а $R_n f = R_n(f; x)$ – остаточный член.

Заметим, что при $M = 2, B_k = f'(x_k), C_k = f''(x_k)$, формула (4) с $\alpha_j = \frac{1}{2n^2}$,

$\beta_j = \frac{n-2j}{2n}, \gamma_j = \frac{j(n-j)}{2n}$, превращается в квадратурную формулу с кратными узлами, основанной на (0,1,2)-интерполировании по Эрмиту.

Теорема 3. Если $f(x) \in H_\alpha(M), 0 < \alpha \leq 1, |B_k| = O(n^{1-\alpha}), |C_k| = O(n^{M-\alpha}), k = \overline{0, n-1}$, то для остаточного члена квадратурной формулы (4) справедлива оценка (3).

Теорема 4. Пусть в (3) $B_k = f'(x_k), C_k = f''(x_k), k = \overline{0, n-1}$,

$f(x) \in H_\alpha^{(r)}(A), 0 < \alpha \leq 1, r \geq M$. Тогда $\|R_n f\|_C = O\left(\frac{\ln n}{n^{r+\alpha-M}}\right), r + \alpha > M$.

Пусть $Q_n f = Q_n(f; x)$ – тригонометрический полином порядка $2n$, удовлетворяющий условиям $(0, 1, 2, M)$ -интерполирования [8]:

$$Q_n(f; x_k) = f(x_k), Q'_n(f; x_k) = \alpha_k, Q''_n(f; x_k) = \beta_k, \\ Q_n^{(M)}(f; x_k) = \gamma_k, x_k = \frac{2k\pi}{n}, k = \overline{0, n-1},$$

где $M \geq 3$ – нечетное число.

Заменяя плотность интеграла (1) полиномом $Q_n f$, получим квадратурную формулу

$$\Gamma f = \Gamma(Q_n f; x) + R_n f = \sum_{k=0}^{n-1} (f(x_k)A(x-x_k) + \alpha_k B(x-x_k) + \beta_k C(x-x_k) + \\ + \gamma_k D(x-x_k)) + R_n f, \quad (5)$$

$$\text{где } A(x) = -\frac{2}{n^2} \left(\sum_{j=1}^{n-1} (n-j) \sin jx + \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n-1} \frac{d_{j,M}}{a_{j,M}} (\sin jx - \sin nx \cos jx) \right),$$

$$B(x) = \frac{1}{n^2} \left(2 \sum_{j=1}^{n-1} \cos jx + \cos nx + \frac{1}{n} \left(2(1 - \cos nx) \sum_{j=1}^{n-1} \frac{c_{j,M}}{a_{j,M}} \cos jx + \frac{c_{n,M}}{a_{n,M}} \left(\cos nx - \frac{1}{2} \cos 2nx \right) \right) \right),$$

$$C(x) = \frac{1}{n^3} \left(\sin nx - 2 \sum_{j=1}^{n-1} \frac{b_{j,M}}{a_{j,M}} (\sin jx - \cos jx \sin nx) \right),$$

$$D(x) = \frac{2}{n} (-1)^{\frac{M+1}{3}} \left(2(1 - \cos nx) \sum_{j=1}^{n-1} \frac{\cos jx}{a_{j,M}} - \frac{1}{a_{n,M}} (1 + \cos x) \cos nx \right),$$

$$a_{j,M} = (2n-j)^M + (n+j)^M - 3((n-j)^M + j^M), b_{j,M} = (2n-j)^M - 2(n-j)^M - j^M,$$

$$c_{j,M} = (3n-2j)j^M + 4(n-j)^{M+1} - (n-2j)(2n-j)^M,$$

$$d_{j,M} = j(n-j)(2n-j)((2n-j)^{M-1} - 2(n-j)^{M-1} + j^{M-1}),$$

а $R_n f = R_n(f; x)$ – остаточный член.

Теорема 5. Если $f(x) \in H_\alpha(M), 0 < \alpha \leq 1, |\alpha_k| = O(n^{1-\alpha}), |\beta_k| = O(n^{2-\alpha} \ln n), |\gamma_k| = O(n^{M-\alpha}), k = \overline{0, n-1}$, то для остаточного члена квадратурной формулы (5) справедлива оценка (3).

Теорема 6. Пусть в (5) $\alpha_k = f'(x_k), \beta_k = f''(x_k), \gamma_k = f^{(M)}(x_k), k = \overline{0, n-1}$,

$f(x) \in H_\alpha^{(r)}(A), 0 < \alpha \leq 1, r \geq M$. Тогда $\|R_n f\|_C = O\left(\frac{\ln n}{n^{r+\alpha-M}}\right), r + \alpha > M$.

При $M = 3$ из (5) получаем квадратурную формулу с кратными узлами, основанной на $(0, 1, 2, 3)$ -интерполировании по Эрмиту.

Аналогично строятся лакунарные интерполяционные квадратурные формулы для сингулярных интегралов с ядром Коши по отрезку действительной оси.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Лифанов И. К.* Метод сингулярных интегральных уравнений и численный эксперимент. М., ТОО «Янус», 1995. 520 с.
2. *Габдулхаев Б. Г.* Оптимальные аппроксимации решений линейных задач. Казань : Изд-во Казанского университета, 1980. 232 с.
3. *Солiev Ю. С.* Квадратурные и кубатурные формулы с кратными узлами для сингулярных интегралов. канд. дисс. Казань: КГУ, 1979. 124 с.
4. *Федотов А. И.* Аппроксимация решений сингулярных интегродифференциальных уравнений полиномами Эрмита-Фейера // Уфимский математический журнал. 2018. Т. 10. № 2. С. 109-117.
5. *Sharma A., Varma A. K.* Trigonometric interpolation (0,2,3) case // Annales Polonici Mathematici. 1968. P. 51-58.
6. *Зеель Э. О.* О тригонометрическом $(0, p, q)$ -интерполировании // Известия высших учебных заведений. Математика. 1970. № 3. С. 27-35.
7. *Varma A. K.* Trigonometric interpolation // J. of Math. Anal. and Appl. 1969. Vol. 28. P. 652-659.
8. *Varma A. K.* Hermite-Birkhoff trigonometric interpolation // J. of the Australian Math. Soc. 1973. Vol. 15. № 2. P. 228-242.

МОДЕЛЬ КРЕДИТНОГО РИСКА НА ОСНОВЕ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ РЕГРЕССИИ С ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ ВО ВРЕМЕНИ ПАРАМЕТРАМИ

А. С. Сорокин

Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, Москва, Россия
E-mail: alsorokin@mail.ru

Работа посвящена разработке математического подхода для решения проблемы изменения со временем распределения предикторов в модели логистической регрессии, используемой для оценки кредитного риска. Такие изменения приводят к нарушению стабильности скоринговой модели при оценке вероятности дефолта. Для решения данной проблемы необходимо периодически перестраивать модель логистической регрессии для оценки кредитного риска по новым накопленным историческим данным. Автором предложен новый метод на основе изменяющихся во времени параметров скоринговых моделей. Такой подход обладает рядом преимуществ по сравнению с классическим подходом перестроения скоринговой модели с течением времени. В основе предлагаемого метода – прогнозирование коэффициентов модели логистической регрессии с использованием комбинации моделей класса ARIMA, DCC-CARCH и пространственно-временных моделей.

CREDIT RISK MODEL BASED ON LOGISTIC REGRESSION WITH TIME-VARYING PARAMETERS

A. S. Sorokin

The paper is devoted to the development of a mathematical approach to solve the problem of changes in the distribution of predictors over time in a logistic regression model used to assess credit risk. Such changes lead to a violation of the stability of the scoring model when assessing the probability of default. To solve this problem, it is necessary to periodically rebuild the logistic regression model to assess credit risk based on new accumulated historical data. The author proposes a new method based on time-varying parameters of scoring models. This approach has a number of advantages over the classical approach of rebuilding the scoring model over time. The proposed method is based on predicting the coefficients of a logistic regression model using a combination of ARIMA, DCC-CARCH class models and a state-space model.

Кредитному скорингу посвящено множество научных работ, как отечественных, так и зарубежных авторов. В качестве скоринговой модели может быть выбрана статистическая модель или модель машинного обучения: линейный дискриминантный анализ [1], деревья решений [2], анализ Марковских цепей [3,4], [5] и логистическая регрессия [5, 6]. Логистическая регрессия является классическим и наиболее распространенным методом при прогнозировании дефолта заемщика в кредитном скоринге.

Тематикой данного исследования является моделирование вероятности дефолта заемщика на базе логистической регрессии с динамически изменяю-

щимися параметрами. Данная тематика является новой и глубоко не проработанной в научной литературе. Среди отечественной литературы есть статьи, которые содержат обзоры применяемых в скоринге методов, как, например, статья [7], в которой показан широкий набор современных методов в задаче кредитного скоринга. Однако, тема динамически меняющихся коэффициентов в ней не освещается, методы представлены отдельно друг от друга, и не рассматривается их комбинация, например, [8-10]. Динамические модели распространены в прогнозировании макроэкономических процессов. Динамическое моделирование риска получило широкое распространение в управлении финансовыми рисками [11]. Динамические модели, популярные в академической среде и редко используемые в бизнесе ввиду своей сложности, дают более точные оценки, чем более простые статические модели, основанные на исторических данных.

В литературе по кредитному скорингу данная тематика практически не освещается, хотя она очень популярна в прогнозировании временных рядов [12-14]. В кредитном скоринге этот подход может повысить эффективность применяемой модели логистической регрессии или альтернативных моделей [15, 16].

Таким образом, в отечественной научной среде поднималась проблема учета динамических факторов в задаче кредитного скоринга, рассматривались методы машинного обучения для решения этой задачи. Однако, редко встречаются попытки эконометрического моделирования и разработки соответствующего математического подхода для учета динамических параметров. Не рассматривался вопрос меняющихся во времени коэффициентов регрессии. Также и в иностранной литературе данная тематика набирает популярность, но тем не менее не разработаны соответствующие модели, которые можно было бы применить в практике кредитных организаций.

Рассмотрим более подробную идею предлагаемого метода, более подробное изложение которого с эмпирическим доказательством и имитационным моделированием представлено автором в работе [17].

Рассмотрим выборку $\{y_t, X_t : t = 1, \dots, T\}$, где $y_t = (y_{1t}, y_{2t}, \dots, y_{nt})^T$ – бинарная целевая переменная, которая равна единице в случае дефолта по кредиту и нулю в противном случае, а $X_t = (1, x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{mt})$ – это вектор объясняющих переменных в разные моменты времени, где $x_{it} = (x_{i1t}, x_{i2t}, \dots, x_{iuit})^T$. Предположим, что вероятность дефолта может быть смоделирована с помощью логистической функции следующим образом:

$$p(1 | X_t) = \frac{1}{1 + e^{-X_t \beta_t}} \quad (1)$$

где β_t – вектор изменяющихся во времени параметров.

Динамику каждого параметра β_{it} можно смоделировать либо с помощью модели сезонного тренда, либо с помощью некоторой модели класса ARIMA вида:

$$\hat{\beta}_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \hat{\beta}_{i(t-1)} + \dots + \alpha_p \hat{\beta}_{i(t-p)} + \gamma_1 \hat{\varepsilon}_{i(t-1)} + \dots + \gamma_q \hat{\varepsilon}_{i(t-q)} + \hat{\varepsilon}_{it}. \quad (2)$$

Теоретическая гипотеза состоит в том, что если вместо полученных параметров в логистической регрессии использовать прогнозируемые по уравнению (2) значения модель будет более эффективной:

$$p(1 | X_t) = \frac{1}{1 + e^{-X_t \hat{\beta}_t}}. \quad (3)$$

Более того, в каждый период времени получают две независимые оценки вектора истинных параметров β_t : одна – из уравнения прогнозирования (3), а другая – из подгонки модели в соответствии с уравнением (1). Таким образом, эти две оценки с помощью фильтра Калмана могут быть объединены для получения более точного вектора параметров. Функция плотности вероятности для таких параметров может быть вычислена следующим образом:

$$f(\beta_t | \hat{\beta}_{t-1}, \dots, \hat{\beta}_{t-p}, X_t) = \frac{f_1(\beta_t | \hat{\beta}_{t-1}, \dots, \hat{\beta}_{t-p}) f_2(\beta_t | X_t)}{\int_{\mathbf{R}} f_1(\beta_t | \hat{\beta}_{t-1}, \dots, \hat{\beta}_{t-p}) f_2(\beta_t | X_t) d\beta_t}, \quad (4)$$

где:

$$f_1(\beta_t | \hat{\beta}_{t-1}, \dots, \hat{\beta}_{t-p}) = (2\pi)^{-\frac{m+1}{2}} \det(\Sigma_t)^{-\frac{1}{2}} e^{-\frac{1}{2}(\beta_t - \hat{\beta}_t)^T \Sigma_t^{-1} (\beta_t - \hat{\beta}_t)}, \quad (5)$$

$$f_2(\beta_t | X_t) = (2\pi)^{-\frac{m+1}{2}} \det(\Omega_t)^{-\frac{1}{2}} e^{-\frac{1}{2}(\beta_t - \tilde{\beta}_t)^T \Omega_t^{-1} (\beta_t - \tilde{\beta}_t)}. \quad (6)$$

Ковариационная матрица вектора параметров Ω_t из уравнения (6) обычно оценивается информационной матрицей Фишера следующим образом:

$$\Omega_t = X_t^T \tilde{W} X_t, \quad (7)$$

где:

$$\tilde{W} = \text{diag} \left(\frac{e^{\sum_{j=0}^m \tilde{\beta}_{jt} x_{1jt}}}{\left(1 + e^{\sum_{j=0}^m \tilde{\beta}_{jt} x_{1jt}}\right)^2}, \dots, \frac{e^{\sum_{j=0}^m \tilde{\beta}_{jt} x_{njt}}}{\left(1 + e^{\sum_{j=0}^m \tilde{\beta}_{jt} x_{njt}}\right)^2} \right). \quad (8)$$

Ковариационная матрица вектора параметров Σ_t из уравнения (5) может быть получена с помощью слегка модифицированной модели DCC-GARCH.

$$\Sigma_t = D_t R_t D_t, \quad (9)$$

$$D_t = \begin{bmatrix} \sqrt{h_{1t}} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sqrt{h_{2t}} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & \sqrt{h_{mt}} \end{bmatrix}, \quad (10)$$

где каждый h_{it} представляет собой дисперсию численно сгенерированной функции плотности вероятности ($pdf_{it}(\beta_{it})$), которая представляет собой среднее значение из N функций плотности вероятности для прогнозируемого значения β_{it} , полученное из модели (2). Причиной численной генерации, в данном случае, является тот факт, что у нас нет истинных значений β_{it} , мы имеем их оценки с некоторой долей неопределенности. Вот почему мы генерируем результаты $\beta_{t-1}, \dots, \beta_{t-p}$ на основе их pdf, полученных на предыдущих шагах, чтобы получить

соответствие $pd(\beta_{it})$ следующим образом:

$$pdf_{it}(\beta_{it}) = \sum_{j=1}^N pdf_{ijt}(\beta_{ijt}) / N \quad (11)$$

Поскольку R_t представляет собой условную корреляционную матрицу для β_t и выглядит следующим образом:

$$R_t = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12t} & \cdots & \rho_{1nt} \\ \rho_{21t} & 1 & \ddots & \rho_{2nt} \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \rho_{n1t} & \rho_{n2t} & \cdots & 1 \end{bmatrix}. \quad (12)$$

тогда из уравнений (10) и (12) каждый элемент Σ_t может быть представлен следующим образом:

$$[\Sigma_t]_{ij} = \sqrt{h_{it} h_{jt}} \rho_{ijt}. \quad (13)$$

Корреляционную матрицу R_t можно смоделировать следующим образом:

$$R_t = Q_t^{*-1} Q_t Q_t^{*-1}, \quad (14)$$

$$Q_t = (1-a)\bar{\Omega} + a\Omega_{t-1}, \quad (15)$$

где:

$$\bar{\Omega} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \Omega_t, \quad (16)$$

$$Q_t^* = \begin{bmatrix} \sqrt{q_{11t}} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \sqrt{q_{22t}} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \cdots & 0 & \sqrt{q_{mmt}} \end{bmatrix}. \quad (17)$$

Здесь R_t разлагается на Q_t^{*-1} и Q_t для обеспечения того, чтобы абсолютные значения всех записей были меньше или равны единице. Для оценки параметров модели DCC-GARCH может быть использован метод оценки максимального правдоподобия.

Получив pdf для β_t , скорректированные оценки вычисляются путем максимизации правдоподобия уравнения (4):

$$\hat{\beta}_t = \operatorname{argmax}_{\beta_t} f(\beta_t | \hat{\beta}_{t-1}, \dots, \hat{\beta}_{t-m}, X_t). \quad (18)$$

Эти скорректированные оценки и pdf затем используются в уравнении прогнозирования (2) для получения прогнозов для следующих значений истинных параметров β_{t+1} . Стоит отметить, что, если каждый β_{it} подчиняется или может быть аппроксимирован нормальным распределением и Σ_t , Ω_t – диагональные, скорректированная плотность вероятности также нормальна, и уравнение (4) может быть записано явно. Чтобы показать, что в исследовании вводятся следующие обозначения для упрощения дальнейших вычислений: $E(\beta_{it} | \hat{\beta}_{it-1}, \dots, \hat{\beta}_{it-m}) = \mu_1$, $E(\beta_{it} | X_t) = \mu_2$.

$\operatorname{var}(\beta_{it} | \hat{\beta}_{it-1}, \dots, \hat{\beta}_{it-m}) = \sigma_1^2$, $\operatorname{var}(\beta_{it} | X_t) = \sigma_2^2$. Затем pdf для β_{it} из уравнения (4)

можно переписать, как показано ниже:

$$pdf(\beta_{it}) = \frac{\frac{1}{2\pi\sigma_1\sigma_2} e^{-\frac{(\beta_{it}-\mu_1)^2}{2\sigma_1^2} - \frac{(\beta_{it}-\mu_2)^2}{2\sigma_2^2}}}{\int_{\mathbf{R}} \frac{1}{2\pi\sigma_1\sigma_2} e^{-\frac{(\beta_{it}-\mu_1)^2}{2\sigma_1^2} - \frac{(\beta_{it}-\mu_2)^2}{2\sigma_2^2}} d\beta_{it}}. \quad (19)$$

Чтобы показать, что этот pdf является нормальным, важно сначала рассмотреть только числитель этой дроби. Упрощение этого выражения даст результат, показанный ниже:

$$\frac{1}{2\pi\delta_1\delta_2} e^{-\frac{(\beta_{it}-\mu_1)^2}{2\delta_1^2} - \frac{(\beta_{it}-\mu_2)^2}{2\delta_2^2}} = \frac{1}{2\pi\delta_1\delta_2} e^{-\frac{\beta_{it}^2(\delta_1^2+\delta_2^2) - 2\beta_{it}(\mu_1\delta_2^2 + \mu_2\delta_1^2) + \mu_1^2\delta_2^2 + \mu_2^2\delta_1^2}{2\delta_1^2\delta_2^2}} = \frac{1}{2\pi\delta_1\delta_2} e^{-\frac{\left(\beta_{it} - \frac{\mu_1\delta_2^2 + \mu_2\delta_1^2}{\delta_1^2 + \delta_2^2}\right)^2 + \frac{\mu_1\delta_2^2 + \mu_2\delta_1^2}{\delta_1^2 + \delta_2^2} \left(\frac{\mu_1\delta_2^2 + \mu_2\delta_1^2}{\delta_1^2 + \delta_2^2}\right)^2}{2\frac{\delta_1\delta_2}{\delta_1^2 + \delta_2^2}}}. \quad (20)$$

После интегрирования знаменателя дроби в уравнении (19) и сокращения

$\frac{\mu_1\delta_2^2 + \mu_2\delta_1^2}{\delta_1^2 + \delta_2^2} - \left(\frac{\mu_1\delta_2^2 + \mu_2\delta_1^2}{\delta_1^2 + \delta_2^2}\right)^2$, получено следующее выражение для функции плотности вероятности:

$$pdf(\beta_{it}) = \frac{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}}{\sqrt{2\pi\sigma_1\sigma_2}} e^{-\frac{\left(\beta_{it} - \frac{\mu_1\sigma_2^2 + \mu_2\sigma_1^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}\right)^2}{2\frac{\sigma_1\sigma_2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}}}. \quad (21)$$

Что доказывает, что скорректированный pdf для β_{it} также является нормальным со средним значением, показанным в уравнении (22), и дисперсией, показанной в уравнении (23)

$$\mu = \frac{\mu_1\sigma_2^2 + \mu_2\sigma_1^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}, \quad (22)$$

$$\sigma^2 = \frac{\sigma_1^2\sigma_2^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}. \quad (23)$$

Из уравнения (23) ясно, что $\sigma^2 < \min(\sigma_1^2, \sigma_2^2)$, из чего следует, что, применяя этот метод, получается лучшая оценка β_{it} . Поэтому уравнение выражения (4) может быть заменено прямой и более простой в вычислении формой, учитывая справедливость вышеупомянутых предположений.

Таким образом, автором предлагается новый метод работы с изменяющимися во времени параметрами модели логистической регрессии, используемой для оценки вероятности дефолта заемщика. В данной статье изложено теоретическое обоснование метода. В работе [17] также эмпирически было показано, что в постоянно меняющейся экономической среде влияние факторов на целевую переменную также меняется. Таким образом, прогнозирование коэффициентов

дает лучший финансовый результат, чем простое применение параметров, полученных на основе накопленной статистики за прошлые периоды времени

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Bansal G., Sinha A. P., Zhao H.* Tuning data mining methods for cost-sensitive regression: A study in loan charge-off forecasting // *J. Manag. Inf. Syst.* 2008. Vol. 25. P. 315-336.
2. *Zhang H., Legro R. S., Zhang J., Zhang L., Chen X., Huang H., Casso P. R., Schlaff W. D., Diamond M. P.; Krawetz S. A., et al.* Decision trees for identifying predictors of treatment effectiveness in clinical trials and its application to ovulation in a study of women with polycystic ovary syndrome // *Hum. Reprod.* 2010. Vol. 25. P. 2612-2621.
3. *Smith L. D., Lawrence E. C.* Forecasting losses on a liquidating long-term loan portfolio // *J. Bank. Financ.* 1995. Vol. 19. P. 959-985.
4. *Greenidge K., Grosvenor T.* Forecasting non-performing loans in Barbados. // *Financ. Econ. Emerg. Econ.* 2010. Vol. 5. P. 80-108.
5. *Сорокин А. С.* Практика построения скоринговых карт с использованием модели логистической регрессии // Интернет-журнал «Науковедение». 2014. № 2 (21). С. 82.
6. *Darroch J. N., Ratcliff D.* Generalized iterative scaling for log-linear models // *Ann. Math. Stat.* 1972. Vol. 43. P. 1470-1480.
7. *Волкова Е. С., Гусин В. Б., Соловьев В. И.* Современные подходы к применению методов интеллектуального анализа данных в задаче кредитного скоринга // *Финансы и кредит.* 2017. № 34 (754). С. 2044-2060.
8. *Исаев Д. В.* Динамическое ансамблевое обучение для оценки кредитоспособности // *Инновации и инвестиции.* 2022. № 3. С. 74-79.
9. *Широбокова М. А.* Модель оценки риска дефолта на всем протяжении жизни кредита // *Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право».* 2018. С. 228-233.
10. *Гришин А. А., Строев С. П.* Разработка модели поведенческого скоринга с использованием методов градиентного бустинга // *Научно-технический вестник Поволжья.* 2018. № 9. С. 93-98.
11. *Carol A., Yang H., Xiaochun M.* Static and dynamic models for multivariate distribution forecasts: Proper scoring rule tests of factor-quantile versus multivariate GARCH models // *International Journal of Forecasting.* 2022.
12. *Bitto A., Frühwirth-Schnatter S.* Achieving shrinkage in a time-varying parameter model framework. // *Journal of Econometrics.* 2019. Vol. 210. P. 75-97.
13. *Chan J. C., Eisenstat E.* Bayesian model comparison for time-varying parameter VARs with stochastic volatility. // *Journal of Econometrics.* 2018. Vol. 33. P. 509-532.
14. *Kalli M., Griffin J. E.* Time-varying sparsity in dynamic regression models // *Journal of Econometrics.* 2014. 178 (2). PP. 779-793.
15. *Orlando G., Pelosi R.* Non-performing loans for Italian companies: When time matters: An empirical research on estimating probability to default and loss given default // *International Journal of Financial Studies.* 2020. Vol. 8. P. 68.
16. *Aslan A., Poppe L., Posch P.* Are sustainable companies more likely to default? Evidence from the dynamics between credit and ESG ratings // *Sustainability.* 2021. Vol. 13. P. 8568.
17. *Moiseev N., Sorokin A., Zvezdina N., Mikhaylov A., Khomyakova L., Mir Sayed Sh. D.* Credit risk theoretical model on the base of DCC-GARCH in time-varying parameters framework // *Mathematics.* 2021. T. 9. № 19. С. 2423.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

О. М. Степанова, А. М. Степанов, М. Ф. Степанов

Саратовский государственный технический университет им. Ю. А. Гагарина, Россия

E-mail: mfstepanov@mail.ru

Статья посвящена вопросам построения систем поддержки принятия проектных решений (СПППР) систем автоматического управления (САУ). Предложен подход к учету в комплексе взаимосвязанных моделей знаний СПППР неопределенностей в постановках задач управления.

FEATURES OF THE CONSTRUCTION OF INTELLIGENT SYSTEMS TO SUPPORT THE ADOPTION OF DESIGN DECISIONS OF MANAGEMENT SYSTEMS IN CONDITIONS OF UNCERTAINTY

O. M. Stepanova, A. M. Stepanov, M. F. Stepanov

The article is devoted to the issues of building design decision support systems (DDSS) of automatic control systems (ACS). An approach to accounting for uncertainties in the formulation of management tasks in a complex of interrelated knowledge models of the DSS is proposed.

Разработка систем автоматического управления становится все более сложным процессом в связи с расширением классов управляемых объектов, ростом их сложности, ужесточением требований к точности и качеству процессов управления, разработкой новых методов решения задач анализа и синтеза систем автоматического управления и т.д. Источником неопределенности некоторой сущности, очевидно, являются недостаточные знания о природе процессов, явлений, причинно-следственных связей, которые приводят к изменчивости поведения указанной сущности. Для описания степени изменчивости используются различные способы: например, описание с помощью методов теории вероятности и случайных процессов, математические модели с использованием нестационарных, нелинейных дифференциальных уравнений, модели динамического хаоса и т.д. Неопределенность внешних возмущений является привычной для разработчиков систем управления. При этом вид неопределенности и способ её задания могут существенно различаться в разных задачах.

Среди видов неопределенности внешних возмущений наиболее широко встречающимися (используемыми) являются функции, ограниченные по норме некоторого функционального пространства, например,

- ограниченные по модулю $f \in F \subset R^\mu, F = \{f \in R^\mu \mid |f| \leq 1\}$

- ограниченных в L_2 -норме $f \in F \subset R^\mu, F = \{f \in R^\mu \mid \|f\| \leq 1\}$

- пространства $C[t_1, t_2]$ всех непрерывных функций на некотором компактном множестве $T = [t_1, t_2]$, в котором расстояние между функциями x и y определяется следующим образом $\rho(x, y) = \sup_{t \in T} |x(t) - y(t)|$. В последнем из

перечисленных вариантов для оценки эффекта от реализации той или иной функции $x \in E[t_1, t_2]$ из некоторого множества $E[t_1, t_2] = \{x(t) | x(t) \in C[t_1, t_2]\}$ могут быть введены функционалы, характеризующие величины «вреда» и «пользы» $J(x, E, T) = \Psi(x, E, T) - \Phi(x, E, T)$, где $\Phi(x, E, T) = \varphi_T(x)$ – функционал оценки величины «вреда», $\Psi(x, E, T) = \lambda_1 |x|(T) + \lambda_2 x(T)$ – функционал оценки величины «пользы», где $|x|(T) = x_+(B) + x_-(B)$ – полная вариация функции $x(T)$, $x_+(T) = \sup_{B \subset T} x(B)$ – положительная и $x_-(T) = \sup_{B \subset T} (-x(B))$ –

отрицательная вариация функции $x(T)$. С учетом вышеуказанного подхода к оценке неопределенности вместо каждой функции $x \in E[t_1, t_2]$ следует рассматривать семейство функций

$$\tilde{E} = \{\tilde{x}_i | \tilde{x}_i \in E[t_1, t_2], M(\tilde{x}_i) = x_i \in E[t_1, t_2], V(\tilde{x}_i) = |\tilde{x}_i - x_i|(T) < \varepsilon(T)\},$$

где $M(z)$ – среднее значение функции $z(t)$, $V(\tilde{y})$ – полная вариация отклонения $\tilde{y}(t)$ от $y(t)$, $\varepsilon(T)$ – допустимое отклонение, например, заданное как параметр при описании неопределенности.

В данной статье рассматривается декларативный подход к представлению знаний систем поддержки принятия проектных решений (СППР), способных решать новые (интеллектуальные) задачи, для которых в базе знаний отсутствуют predetermined процедуры их решения. Особое место занимают задачи управления в изменяющихся условиях, включая изменение не только внешних условий, управляемого объекта, но и целей управления. Основной компонент как интеллектуальной самоорганизующейся системы управления (ИССАУ), так и системы автоматизации проектирования ИССАУ (системы поддержки принятия проектных решений (СППР) разработчика ИССАУ) является интеллектуальный решатель (И-решатель) [5].

Отличительной особенностью предлагаемого подхода к представлению и обработке (интерпретации) знаний является наличие нескольких взаимосвязанных моделей представления знаний (рис. 1) и лингвистического обеспечения процедур (планов) решения задач [5]: M_o – внешняя форма модели представления знаний (уровень пользователя-проектировщика); M_M – внутренняя форма модели представления знаний в виде многоуровневой иерархической системы подмоделей (уровень пользователя-исследователя); T – скрытая форма модели представления знаний в виде многоуровневой аксиоматической теории решений задач проектирования (уровень подсистемы планирования действий И-решателя); M_d – модель представления данных исполнительной подсистемы И-решателя. Структура И-решателя представлена на рис. 2.

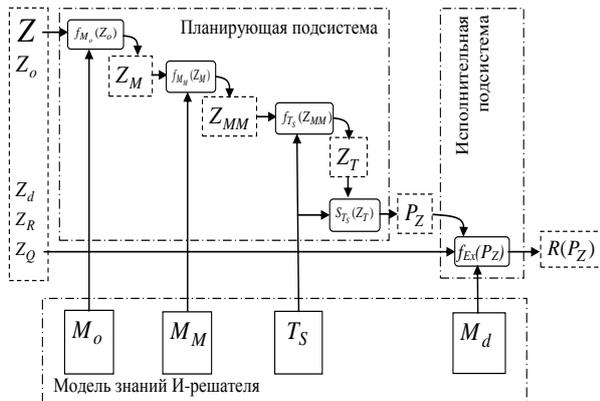


Рис. 1. Схема взаимосвязи моделей представления знаний И-решателя в процессе решения задач

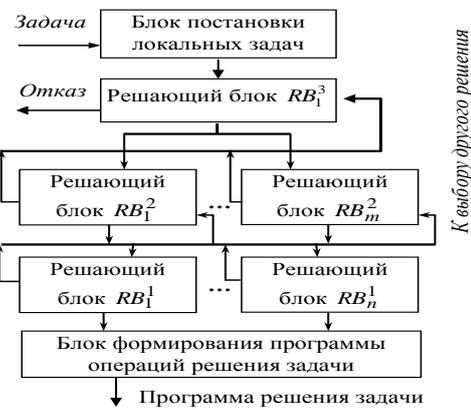


Рис. 2. Структура И-решателя в виде иерархической системы взаимосвязанных решающих органов

Формализованное представление знаний теории автоматического управления (модель предметной области) [5]:

$$M_o = \langle D, \mathfrak{R}, O \rangle, \quad (1)$$

где $D = \{d_i \mid d_i = \langle \mathfrak{I}(d_i), \wp(d_i), \aleph(d_i), \Xi(d_i), \Psi(d_i) \rangle\}$ – множество формализованных обобщений (математических моделей) компонентов систем управления, называемых «предметами», обладающих: *свойствами характеристиками*

$\rho_j \in \wp(d_i) = \{\rho \mid \rho \in \{true \mid false\}\}$,

$\chi_j \in \aleph(d_i) = \{\chi_{k_i} \mid \chi_{k_i} \in C^{N_{k_i}} \times C^{N_{k_i}} \times \dots \times C^{N_{k_i}}\}$, где C – множество комплексных чисел; N_{k_i} – размерность характеристики χ_i , *формами математических моделей*

$\mu_j \in \mathfrak{I}(d_i) = \{\mu_1, \dots, \mu_{\tau_i}\}$, где $\mu_j = \langle r_j, m_j \rangle$, $r_j = \{r_{j1}, r_{j2}, \dots, r_{jk} \mid r_{jl} \in N\}$ – массив размерностей компонентов математических моделей μ_j ,

$m_j = \{m_{jk} \mid m_{jk} \in C^{r_{jk1}} \times C^{r_{jk2}} \times \dots \times C^{r_{jkl}}\}$ – множество коэффициентов компонентов (матриц m_{jk}) математической модели μ_j ; *классификационными признаками*,

представляющими собой выделенные свойства предметов $\xi_j \in \Xi(d_i) \subseteq \wp(d_i)$; *компонентами*, в качестве которых могут выступать другие предметы $d_{ij} \in \Psi(d_i) \subseteq D$.

$\mathfrak{R} = \{r \mid r = \langle c, s, g \rangle : \wp \cup \aleph \cup \mathfrak{I} \cup \mathfrak{R} \cup O \rightarrow \{true \mid false\}\}$ – множество *отношений (предикатов)* над предметами, их компонентами и атрибутами, действиями;

$O = \{o \mid o = \langle c, s, g, q \rangle : \wp \cup \aleph \cup \mathfrak{I} \cup \mathfrak{R} \rightarrow \wp \cup \aleph \cup \mathfrak{I} \cup \mathfrak{R}\}$ – множество *действий* над предметами и их атрибутами.

Действия $o_i = \langle c_i, s_i, g_i, q_i \rangle \in O$ и отношения $r_i = \langle c_i, s_i, g_i \rangle \in \mathfrak{R}$ характеризуются своими атрибутами: $c_i \in \wp \cup \mathfrak{R}$ – условия применимости, $s_i \in \wp \cup \aleph \cup \mathfrak{I}$ – исходные данные, $g_i \in \wp \cup \aleph \cup \mathfrak{I} \cup \mathfrak{R}$ – результат выполнения действия (операции), $q_i \in \mathfrak{R}$ – требования к результату выполнения действия.

По мере развития (пополнения экспертами новыми знаниями) модель знаний M_o вида (1) становится более громоздкой, что создает трудности её использования в СППР. Для решения проблемы «проклятия размерности» одноуровневой модели знаний используется переход к многоуровневой модели M в виде системы подмоделей (2) [5]:

$$M_M = \langle M^3, M^2, M^1 \rangle, M^3 = \langle M_1^3 \rangle, M^2 = \langle M_1^2, \dots, M_n^2 \rangle, M^1 = \langle M_1^1, \dots, M_m^1 \rangle \quad (2)$$

$$M_p^r = \langle M_{2,p}^r, M_{1,p}^r, M_{0,p}^r \rangle, \bigcup_p M_{0,p}^r \supset \bigcup_e M_{2,e}^{r-1}, M_{k,p}^r = \langle D_{k,p}^r, \mathfrak{R}_{k,p}^r, O_{k,p}^r \rangle$$

где r – ранг подмодели, p – номер подмодели r -го ранга, e – номер подмодели $(r-1)$ -го ранга; $D_{k,p}^r$ – множество предметов подмодели $M_{k,p}^r$; $O_{k,p}^r$ – множество действий (операций) над предметами $D_{k,p}^r$; $\mathfrak{R}_{k,p}^r$ – множество отношений между элементами $D_{k,p}^r$ и $O_{k,p}^r$.

Рассмотренный подход к формализации знаний используется в СППР Инструмент-3М-И [6], в ИССАУ и СППР их проектирования и исследования МИСС [7], а также в интегрированной системе ГАММА-3 [8]. На рисунках 3 - 6 представлены экранные формы работы со знаниями и задачами в программном комплексе Инструмент-3М-И.

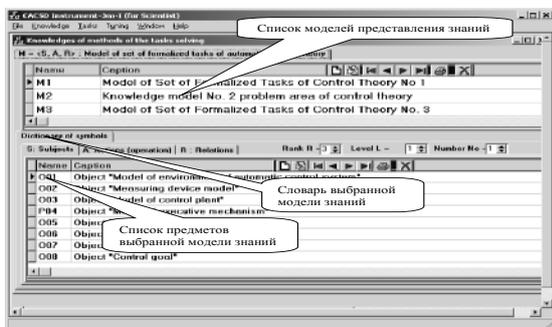


Рис. 3. Экранная форма описания декларативных составляющих модели знаний

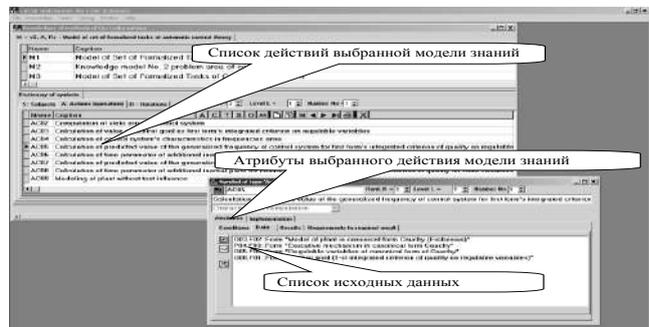


Рис. 4. Экранная форма для описания процедурных составляющих модели знаний

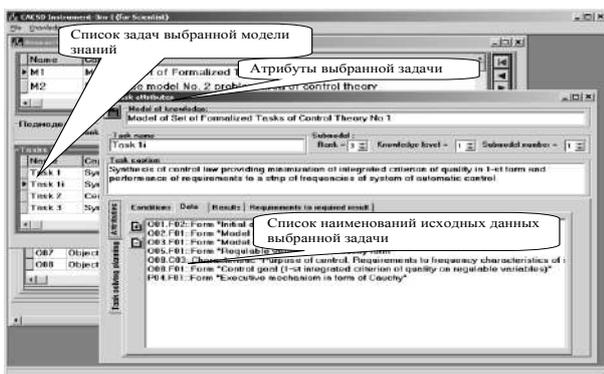


Рис. 5. Исследование модели знаний посредством решения тестовых задач

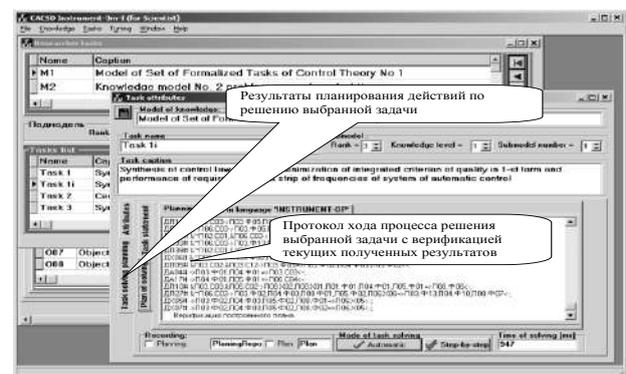


Рис. 6. Исследование модели знаний: построенный план решения выбранной задачи

Учет неопределенностей в модели M_0 осуществляется введением дополнительных атрибутов. Например, для динамической системы, описываемой в пространстве состояний уравнениями вида

$$\dot{x} = A(t)x + B(t)u + G(t)f, \quad x \in R^n, u \in R^m, f \in R^\mu, \quad y = Cx, \quad y \in R^r, \quad (3)$$

допускающей неопределенности, например, вида

$$A(t) = A_0 + A_\Delta (\sin(\omega t + \varphi)) \quad (4)$$

в описание предметов D модели объекта управления добавляются, например, атрибуты типа «характеристика»: $\chi_{dA} \in R^n \times R^n$ – максимальные значения вариации параметров матрицы состояний $A \in R^n \times R^n$; $\chi_\omega \in R^n \times R^n$ – частота вариации параметров матрицы состояний; $\chi_\varphi \in R^n \times R^n$ – фазовый сдвиг вариации параметров матрицы состояний. Также во множество операций O модели знаний M_0 вводятся операции, допускающие учет вариации параметров матрицы состояний A динамической системы, например, $O_{\text{mod}_{dA}}$ – операция моделирования с учетом нестационарности, использующая параметры нестационарности $\chi_{dA}, \chi_\omega, \chi_\varphi$.

Заключение. Исследования показали, что предлагаемый подход успешно применяется для решения декларативно поставленных (интеллектуальных) задач различных проблемных областей. Представленная работа продолжает исследования, поддержанные грантами РФФИ проекты 13-07-00647, 15-07-99684, а также грантом Минобрнауки 14.577.21.0282.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дудов С. И. Субдифференцируемость и супердифференцируемость функции расстояния // Математические заметки. 1997. Т. 61. № 4. С. 530-542.
2. Черноусько Ф. Л. Оценивание фазового состояния динамических систем: Метод эллипсоидов. М. : Наука, 1988. 319 с.
3. Степанова О. М., Степанов М. Ф. О задаче выбора в условиях неполноты информации // Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками : материалы V Междунар. молодеж. науч.-практ. конф.- Саратов : ООО Изд-во «Научная книга». 2016. С. 101-104.
4. Степанова О. М., Степанов М. Ф. Исследование условий управляемости динамических систем при внешних воздействиях // Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками: материалы VII Междунар. молодеж. науч. практ. конф.- Саратов: ООО Изд-во «Научная книга». 2018. С. 137-142.
5. Степанов М. Ф. Автоматическое решение формализованных задач теории автоматического управления / Монография. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т., 2000. 376 с.
6. Степанов М. Ф., Брагин Т. М., Степанов А. М. К вопросу о представлении знаний в системе автоматического решения задач «ИНСТРУМЕНТ-3м-И» // Проблемы управления, передачи и обработки информации – АТМ-ТКИ-50. 2009. С. 130-132.
7. Степанов М. Ф., Брагин Т. М., Алпатов М. А., Бубнов Р. В. МИСС – система моделирования интеллектуальных самоорганизующихся систем автоматического управления // Интеллектуальные системы: Труды Четвертого междун. симпозиума. М. : РУСАКИ, 2000. С. 259-261.
8. Александров А. Г., Михайлова Л. С., Степанов М. Ф., Брагин Т. М., Степанов А. М. О

развитии концепции автоматического решения задач теории управления в системе ГАММА-3 // Мехатроника, автоматизация, управление. 2011. № 9. С. 14-19.

МЕТОДИКА ПОИСКА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

А. Д. Столяров, В. В. Гордеев, В. И. Абрамов

Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва, Россия
E-mail: mr.alexst@gmail.com, vv@kinet.chem.msu.ru, viabramov@mephi.ru

В условиях быстрых изменений важно уметь принимать управленческие решения, учитывающие влияние многих факторов по многим критериям, характеризующим экономическую систему. При этом актуальны управленческие решения в соответствии с логикой «из будущего», поскольку в новых условиях только прошлый опыт не обеспечивает эффективного развития. Предложена методика поиска многокритериальных решений с использованием экономических математических моделей на основе нелинейного анализа чувствительности. Исследована точность данного метода на математических моделях разной степени размерности и нелинейности. Показана перспективность методики при выявлении значимых факторов, влияющих критерии эффективности и сокращении размерности при поиске многокритериальных решений.

METHOD FOR SEARCHING MULTICRITERIAL MANAGEMENT SOLUTIONS USING NONLINEAR ECONOMIC MATHEMATICAL MODELS

A. D. Stolyarov, V. V. Gordeev, V. I. Abramov

In conditions of rapid change, it is important to be able to make management decisions that take into account the influence of many factors according to many criteria characterizing the economic system. At the same time, management decisions are relevant in accordance with the logic “from the future”, since in new conditions only past experience does not ensure effective development. A methodology for searching multicriteria solutions using economic mathematical models based on nonlinear sensitivity analysis is proposed. The accuracy of this method was studied on mathematical models of varying degrees of dimensionality and nonlinearity. The methodology is shown to be promising in identifying significant factors that influence efficiency criteria and reducing dimensionality when searching for multi-criteria solutions.

В условиях растущей конкуренции на рынке и повышенного внимания к устойчивости, энергоэффективности и безопасности поиск эффективных многокритериальных решений для сложных экономических систем становится все более актуальным. Одна из характерных проблем заключается в том, что поставленные цели могут быть одновременно противоположными, противоречивыми или взаимодополняющими и при этом несколько критериев часто имеют одинаковую важность. Таким образом, задача многокритериального оптимального управления состоит в том, чтобы вычислить множество оптимальных компромиссных решений (множество Парето) между конфликтующими целями [1]. Поскольку набор Парето обычно состоит из бесконечного числа решений, вычислительные усилия могут быстро стать сложными, что особенно проблематично,

когда оценка целей требует больших затрат или, когда решение должно быть представлено очень быстро [2]. Важность подобных исследований обусловлена тем, что на практике встречается большое количество задач управления экономическими системами, представляющими собой нелинейные системы и требуется поиск эффективных решений по многим критериям. Актуальность обусловлена тем, что современный VANI-мир (акроним от английских слов: brittle – хрупкий, anxious – тревожный, nonlinear – нелинейный и incomprehensible – непостижимый) и экономическая среда для бизнеса стали нелинейными. В новых условиях принятие управленческих решений на основе прошлого опыта в логике экстраполяции становится неэффективным, следовательно, требуются новые подходы, базирующиеся на использовании данных с учетом предиктивной аналитики [3] и поиска многокритериальных решений [4]. В условиях возрастающих возможностей цифровизации все больше и больше бизнес-процессов и операций начинают поддаваться электронному отслеживанию. Растет объем собираемой информации и возможности по ее анализу. В этих условиях все более актуальными становятся задачи по математическому моделированию экономических процессов.

Методы многоцелевой (многокритериальной) оптимизации экономических систем с использованием математических моделей, со множеством противоречащих друг другу целей, таких как эффективность, надежность, стоимость и другие актуальны для поиска эффективных управленческих решений. При этом для динамических систем важно не только получить набор парето-оптимальных решений, но и понимать, насколько полученные решения чувствительны к изменению тех или иных факторов. Для этой цели предлагается использовать нелинейный анализ чувствительности на основе LP_t -последовательностей, который впервые был предложен в работе [5], затем был развит в работах Соболя И.М. [6], и в настоящее время активно используется во многих областях [7]. Нелинейность экономических систем и процессов требует специальных методов исследования, и данная методика дает такие возможности.

Обозначим целевые показатели, далее критерии эффективности y_j ($j = 1, 2, \dots, N$), тогда можно сказать, что $y_j = F_j(t, x_i)$, где $F_j(t, x_i)$ – цифровой двойник логистического процесса, который, как правило, является сложной системой типа «черный ящик», t – время, x_i ($i = 1, 2, \dots, M$) – факторы, влияющие на результат, при этом $x_i \in (a_i, b_i)$ с плотностью $w(x_i)$. Таким образом, задача сводится к поиску парето-оптимальных решений $y_j(t) \in (y_{j \min}(t), y_{j \max}(t))$, ($j = 1, 2, \dots, N$) по многим параметрам x_i ($i = 1, 2, \dots, M$).

Для эффективного поиска предлагается на первом этапе проанализировать влияние всех параметров на критерии эффективности и выделить три группы: А, В и С, где группа А – наиболее значимые параметры, В – средне значимые и С – слабо значимые. Для решения этой задачи можно использовать метод нелинейного анализа чувствительности на основе LP_t – последовательностей [13], при котором определяется чувствительность всех критериев эффективности y_j к изменению параметров x_i по формуле

$$s_{ij} = \frac{\sigma_{ij}^2}{\sigma_j^2}$$

где σ_{ij}^2 – частичная дисперсия критерия качества \mathbf{j} к изменению параметра \mathbf{i} . σ_j^2 – полная дисперсия критерия качества \mathbf{j} . В данном методе вычисление σ_{ij}^2 и σ_j^2 сводится к задаче численного нахождения интегралов [6].

Как показывают исследования на математических моделях различной степени нелинейности, наименьшая погрешность чувствительностей достигается путем вычисления многомерных интегралов с помощью LP_τ –последовательностей. Следует отметить, что сгенерированные при анализе чувствительности данные можно использовать для поиска парето-оптимальных решений.

Проведенный анализ чувствительности позволяет выделить наиболее значимые факторы, зафиксировав незначимые, и на этой основе проводить поиск парето-оптимальных решений. Обозначим множество найденных парето-оптимальных решений $x_{\alpha i}$, тогда отбор решений из этого множества проводится путем анализа устойчивости полученных решений к форс-мажорным ситуациям. Для этого определяются максимально допустимые (и/или минимально допустимые) значения критериев эффективности и новые области изменения параметров $x_i \in (c_i, d_i)$. При этом при выполнении анализа чувствительности все решения y_j , выходящие из области допустимых значений, убираются из множества решений $x_{\alpha i}$. Из полученного анализа чувствительности выбираются решения $x_{\beta i}$, наименее чувствительные к форс-мажорным изменениям. Если таких решений не окажется, то требуется провести новый цикл поиска парето-оптимальных решений, либо пересмотреть требования к критериям эффективности или области изменения параметров. Рекомендуется также провести анализ чувствительности полученного множества парето-оптимальных решений $x_{\beta i}$ к возможным неточностям и погрешностям δ_i , где $x_i \in (x_{\beta i} - \delta_i, x_{\beta i} + \delta_i)$.

Из проведенного анализа чувствительности критериев эффективности y_j формируется окончательное множество парето-оптимальных решений $x_{\gamma i}$. В случае, если это множество $x_{\gamma i}$ оказывается пустым, то требуется пересмотреть требования к погрешностям, либо рассмотреть новое множество парето-оптимальных решений. Как показывает опыт, использование анализа чувствительности позволяет понять влияние факторов на критерии эффективности и значительно улучшить качество принимаемых решений.

Генератор LP_τ был использован в данной статье при демонстрации подхода к поиску решений в многокритериальных экономических моделях. Данный генератор входит в пакет статистической обработки данных SciPy для языка программирования Python. При составлении алгоритма поиска оптимальных решений математических моделей использовались следующие библиотеки:

- SciPy (модуль Stats) – для генерации последовательностей псевдослучайных точек.
- Matplotlib – для построения графиков.
- Numpy и Pandas – для операций с массивами и таблицами.

- Statistics – для проведения статистических расчетов.

Основной задачей в процессе поиска экстремальных значений многокритериальных функций было сопоставление теоретического экстремального значения и значения, вычисленного с помощью применения подстановок псевдослучайных точек в модель. Тестирование подхода выполнялось путем варьирования:

- Числа переменных в модели (размерности задачи – рассматривались 5, 10, 15, 20, 30 и 40 переменных);
- Количества точек, используемых для решения модели (так как число точек в LP_t последовательностях кратно 2^n , брались наборы для $n \in [1, 20)$).

В каждом случае находилась такая точка из сгенерированного массива, координаты которой давали наиболее оптимальное значение функции. Эта аппроксимация оптимального значения функции сравнивалась с истинным оптимальным значением – при каждом значении количества точек для данного значения количества переменных. Таким образом, получалась последовательность отклонений вычисленного значения от теоретического для заданной размерности от $n = 1$ до $n = 19$. Такая последовательность демонстрировала уменьшение отклонения от теоретического оптимума функции с ростом количества точек и демонстрировала чувствительность метода к изменению количества точек.

Для улучшения наглядного представления полученных результатов отклонения представлялись не в виде абсолютных значений, а в виде порядка отклонения. Полученные результаты представлены на рис. 1. На представленном рисунке видна чувствительность различных моделей с различным количеством переменных к изменению числа точек, используемых для вычислений. Для более глубокого понимания сути происходящих процессов были также вычислены отклонения самих координат точек от теоретических значений, дающих оптимум. Для целей презентации брались только $n = 5, 12, 19$ для каждого из измерений. На рис. 2 каждая диаграмма соответствует функции с определенным числом измерений. На каждой диаграмме представлено по три графика, представляющих отклонение координат точки оптимума, найденного с помощью LP_t последовательностей от теоретического оптимума.

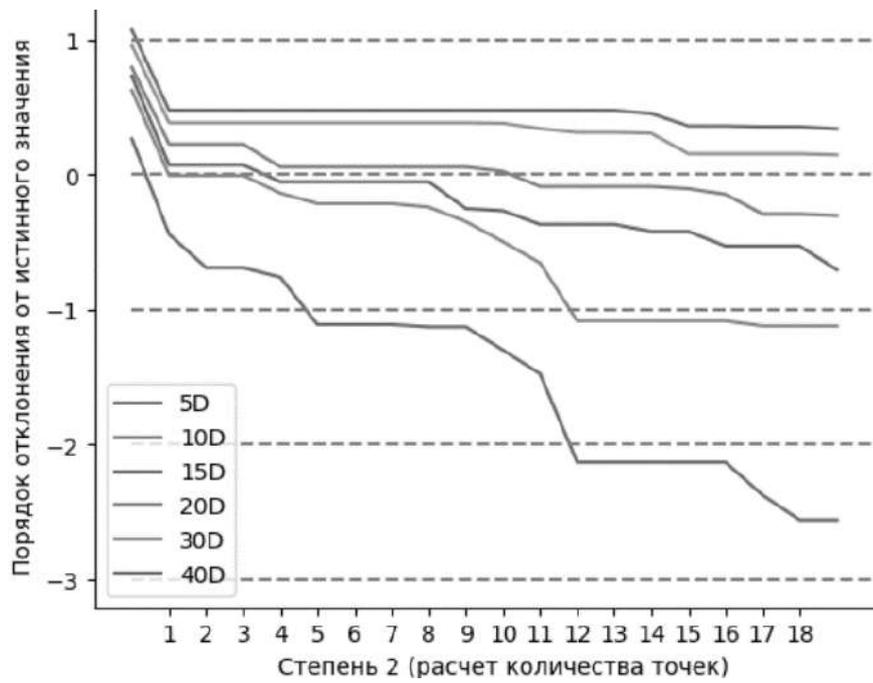


Рис. 1. Уменьшение отклонения от теоретического значения с ростом числа точек

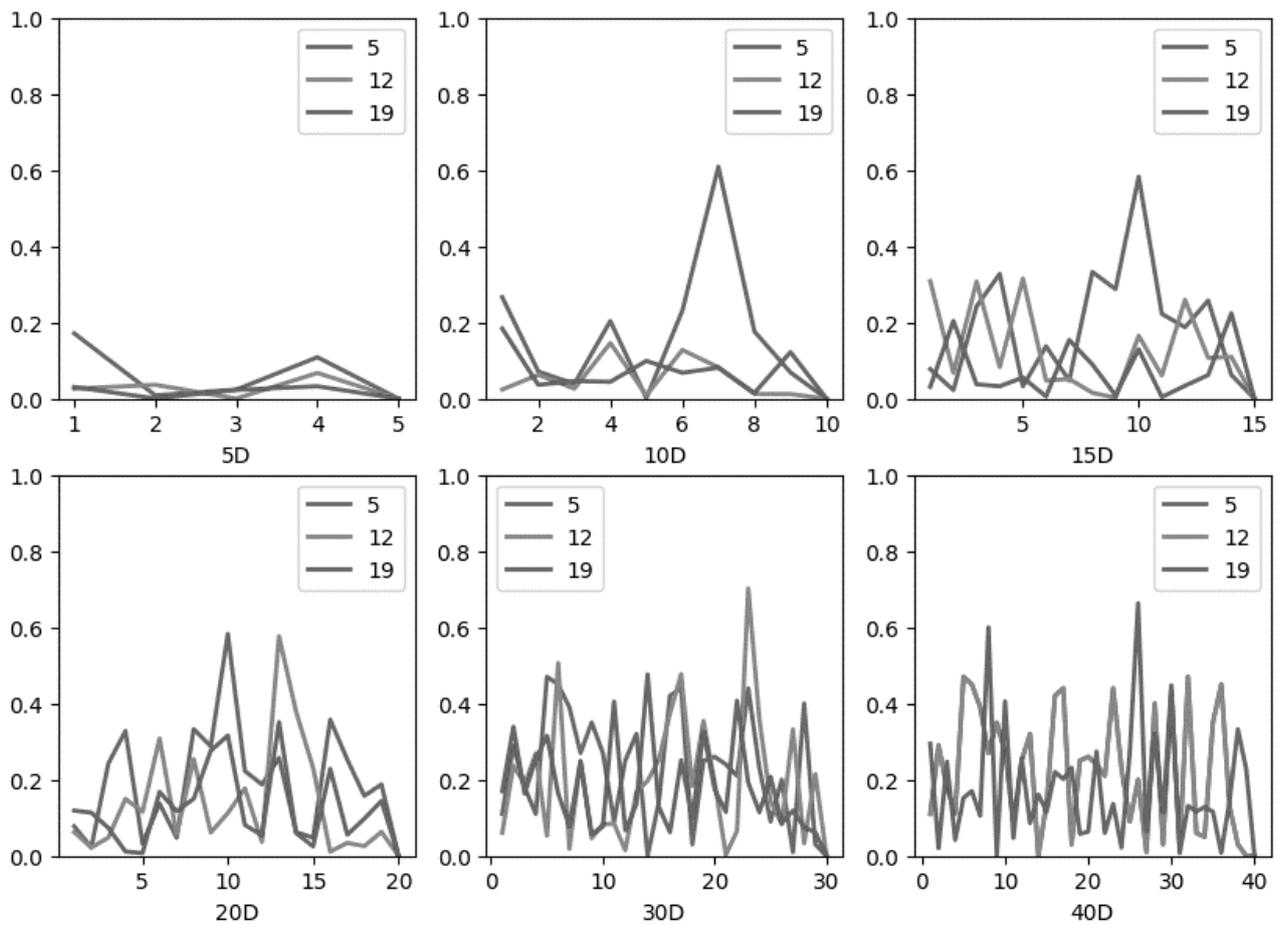


Рис. 2. Отклонение координат точки оптимума, найденной с помощью LPT последовательностей от теоретических значений для разного количества точек и разных размерностей моделей.

Как видно из графиков, не смотря на устойчивое снижение погрешности в вычислении значения функции с ростом числа точек (рис.1), отклонения внутри координат точек уменьшаются не столь выражено.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Reynoso-Meza G., Ferragud X. B., Saez J. S., Durá J. M. H.* Controller Tuning with Evolutionary Multiobjective Optimization: A Holistic Multiobjective Optimization Design Procedure // Springer: Cham, Switzerland. 2017.
2. *Peitz S., Dellnitz M.* A survey of recent trends in multiobjective optimal control-Surrogate models, feedback control and objective reduction // *Math. Comput. Appl.* 2018. Vol. 23. P. 30.
3. *Абрамов В. И., Гордеев В. В., Столяров А. Д.* Методика прогнозирования потребностей клиентов бизнес-экосистем на основе кластерного анализа // *Современные наукоемкие технологии.* 2023. № 6. С. 9-13.
4. *Столяров А. Д., Гордеев В. В., Абрамов В. И.* Методика поиска многокритериальных решений на основе цифровых двойников // *Экономика и управление.* 2023. Т. 29. № 7. С. 851-858.
5. *Абрамов В. И., Карташев А. П., Рошаль А. С.* Об одном методе нелинейного анализа чувствительности математических моделей. // *Журнал вычислительной математики и математической физики.* 1986. Т. 26. № 3. С. 469-474.
6. *Соболь И. М.* Глобальные показатели чувствительности для изучения нелинейных математических моделей // *Математическое моделирование.* 2005. Т. 17. № 9. С. 43-52.
7. *Song S, Zhou T, Wang L, Kucherenko S, Lu Z.* Derivative-based new upper bound of Sobol' sensitivity measur. // *Reliability Engineering and System Safety.* 2019. Vol. 187. P. 142-148.

МОДЕЛЬ ДАННЫХ ГРУЗОВОЙ ТАМОЖЕННОЙ ДЕКЛАРАЦИИ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ТАМОЖЕННЫМИ РИСКАМИ

Ж. О. Тахиров¹, И. М. Мухторов², А. А. Саидов³

¹Институт математики, Ташкент, Узбекистан

²Таможенный комитет при МЭиФ, Ташкент, Узбекистан

³Таможенный институт Таможенного комитета при МЭиФ, Ташкент, Узбекистан

E-mail: sobirs59@mail.ru

В статье исследуется сущность таможенных рисков и их классификация. Изучена информационная модель для трех классов таможенных рисков: таможенные риски для бизнеса, таможенные риски для экономической безопасности страны и коррупционные риски. Разработана модель данных грузовой таможенной декларации. Предложены критерии и индикаторы таможенных рисков недостоверного декларирования товаров с применением матрицы пороговых значений и модели данных таможенной грузовой декларации. Приведены результаты реализации алгоритма управления рисками достоверности таможенной стоимости товаров, основанного на модели данных грузовой таможенной декларации.

CARGO CUSTOMS DECLARATION DATA MODEL FOR MAKING DECISIONS ON CUSTOMS RISK MANAGEMENT

J. O. Takhirov, I. M. Mukhtorov, A. A. Saidov

The article examines the essence of customs risks and their classification. The information model for three classes of customs risks has been studied: customs risks for business, customs risks for the economic security of the country and corruption risks. A customs cargo declaration data model has been developed. Criteria and indicators of customs risks of unreliable declaration of goods using a matrix of threshold values and a data model of the customs cargo declaration are proposed. The results of the implementation of the risk management algorithm for the reliability of the customs value of goods based on the data model of the cargo customs declaration are presented.

1. Введение. Анализ динамики международной торговли показывает, что в 2021 году мировая торговля достиг рекордного уровня – около 28,5 трлн, что на 25% больше, чем в 2020 году, и на 13% больше по сравнению с периодом до пандемии – 2019 годом [1].

Вместе с тем, в цепочке международных поставок немаловажный роль играет таможенная служба стран-участников международной торговли. В научной литературе существует теория, согласно которой любая таможенная система последовательно проходит несколько отдельных фаз своей деятельности, характеризующихся спецификой её отношений как с участниками внешней торговли, так и с государством. На сегодняшний день таможенные системы развитых стран находятся в фазе «таможня для участников внешней торговли», в то время как для большей части развивающихся стран характерной является фаза «таможня для правительства», а в ряде неблагополучных и слаборазвитых наблюдается

фаза «таможня для себя» [2].

Следовательно, чем быстрее таможенная служба страны по своему уровню развития приближается к фазе «таможня для участников внешней торговли», тем быстрее страна приближается к уровню развитых стран. Сегодня развитие деятельности таможенной службы каждой страны возможно только на основе использования результатов современных наук, таких как управления рисками, искусственный интеллект, блок-чейн технологий и другие.

Управление таможенными рисками является основополагающим принципом современных технологий таможенного контроля, оно позволяет оптимизировать использование ресурсов таможенных органов [3].

Несмотря на то, что система управления рисками таможенных органов создает благоприятные условия для законопослушного участника внешнеэкономической деятельности (ВЭД), она достаточно жестко реагирует на товары, попавшие на так называемую "красную дорожку". Последствия таких явлений для владельцев этих товаров иногда могут быть нежелательными, долгосрочными и пагубными.

Учитывая вышесказанное, для обеспечения защиты бизнеса от неадекватных решений и правомерного функционирования системы управления таможенными рисками необходимо строить ее на фундаменте строгого математического обеспечения.

2. Классификация, критерия и индикаторы таможенных рисков

К вопросу изучения таможенных рисков посвящены многочисленные научные труды и существует множество подходов к определению понятия «таможенного риска». Например, рабочая группа Всемирной таможенной организации, подготавливая документа «Компендиум Всемирной таможенной организации по управлению таможенными рисками» в 2011 году дала следующее определение: «Риск: результат сомнений, возникающих в отношении объектов» [4]. В научной литературе его определяют следующим образом: «Риск – вероятность нарушения таможенного законодательства, связанная с уклонением от уплаты причитающихся таможенных пошлин и налогов» [5].

Также, по классификации таможенных рисков имеются разные подходы. В частности, рассматриваются классификация таможенных рисков: по способу выявления риска; по субъектно - ориентированному признаку; по признаку временной периодичности; по источнику рисков [6].

В настоящей работе рассматриваются следующие классы таможенных рисков:

- а) таможенные риски для бизнеса;
- б) таможенные риски экономической безопасности страны;
- в) коррупционные риски.

Когда речь идёт о таможенном риске для бизнеса, подразумевается представление таможенным органам недостоверной таможенной декларации со стороны бизнеса. Анализ нарушения таможенного законодательство Республике Узбекистан за несколько лет показывает, что каждый 4-й факт о таком нарушении является результатом недостоверного декларирования.

Исследования процесса многоэтапного таможенного оформления товаров подтверждают, что грузовая таможенная декларация является одним из основополагающих документов этого процесса. На практике она является основным источником информации для анализа и управления таможенными рисками. Задача управления рисками недостоверного таможенного декларирования товаров заключается в контроле достоверности грузовой таможенной декларации, поступающих через интернет в таможенные органы. Контроль должна быть незаметным для участника ВЭД и эффективным для таможенного контроля.

Модель данных грузовой таможенной декларации формализуется в виде многомерной матрицы X , которая является источником государственной таможенной статистики [7].

$$X = \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} & x_{1\ 1\ L} & x_{1\ 2\ L} & \dots & x_{1\ 40\ L} \\ & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{111} & x_{121} & \dots & \dots & x_{140\ 1} \\ \hline x_{1\ 1\ 1} & x_{1\ 2\ 1} & \dots & \dots & x_{1\ 40\ 1} \\ x_{2\ 1\ 1} & x_{2\ 2\ 1} & \dots & \dots & x_{2\ 40\ 1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{58\ 1\ 1} & x_{58\ 2\ 1} & \dots & \dots & x_{58\ 40\ 1} \end{array} \end{array} \quad (1)$$

Краткая характеристика грузовой таможенной декларации следующая:

- количество граф – 58;
- уровень детализации каждой графы грузовой таможенной декларации определяется в зависимости от сложности поставленной задачи, но не более 40;
- L – общее количество грузовой таможенной декларации в год.

Необходимо отметить, что каждый слой данной матрицы, соответствующий к $l=l_0$ отражает данных отдельной грузовой таможенной декларации. Её можно обозначить следующим образом:

$$X_0 = \begin{pmatrix} x_{1\ 1\ l_0} & x_{1\ 2\ l_0} & \dots & x_{1\ 40\ l_0} \\ x_{2\ 1\ l_0} & x_{2\ 2\ l_0} & \dots & x_{2\ 40\ l_0} \\ & & \dots & \\ x_{58\ 1\ l_0} & x_{58\ 2\ l_0} & \dots & x_{58\ 40\ l_0} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Для оценки достоверности грузовой таможенной декларации требуется оценить достоверности всех элементов матрицы (2). Исследование существующих методов решения данной задачи показало, что задача выявления недостоверных грузовых таможенных деклараций является частным случаем общей и, как известно, древней задачи выявления ложной информации, т.е. как отличить «истину» от «лжи».

Для определения понятие достоверности элементов грузовой таможенной декларации (2) предлагается «матрица пороговых значений» (3).

$$H = \begin{array}{cccc} & \eta_{112} & \eta_{122} & \dots & \eta_{1402} \\ \eta_{111} & \eta_{121} & \dots & \dots & \eta_{1401} \\ \eta_{211} & \eta_{221} & \dots & \dots & \eta_{2401} \\ & & \dots & & \\ \eta_{5811} & \eta_{5821} & \dots & \dots & \eta_{58401} \end{array} \quad (3)$$

здесь: η_{ij1}, η_{ij2} – некоторые положительные вещественные числа или текстовая информация.

Определение 1. Каждый элемент матрицы $x_{ijl_0} \in X_0$ называется достоверным, если выполняется следующая условия

$$\eta_{ij1} \leq x_{ijl_0} \leq \eta_{ij2} \quad (4)$$

где: $1 \leq i \leq 58, 1 \leq j \leq 40$.

Определение 2. Если все элемент матрицы $x_{ijl_0} \in X_0$ являются достоверными, то грузовая таможенная декларация называется достоверным.

Условия (4) называется *критериями*, а элементы «Матрицы пороговых значений» называются *индикаторами* достоверности грузовой таможенной декларации.

Из определения 1-2 легко доказывается следующее утверждение:

Утверждение 1. Если хотя бы для одного элемента матрицы $x_{ijl_0} \in X_0$ не выполняется условия (4), то соответствующая грузовая таможенная декларация является недостоверным.

Для оценки достоверности грузовой таможенной декларации вводится следующая функция:

$$\rho_{ij} = \begin{cases} e^{\eta_{ij1} - x_{ijl_0}}, & \text{если } \eta_{ij1} \geq x_{ijl_0} \\ 1, & \text{если } \eta_{ij1} \leq x_{ijl_0} \leq \eta_{ij2} \\ e^{x_{ijl_0} - \eta_{ij2}}, & \text{если } x_{ijl_0} \geq \eta_{ij2} \end{cases} \quad (5)$$

здесь: $1 \leq i \leq 58, 1 \leq j \leq 40$.

При вышеприведенных обозначениях доказана следующая теорема:

Теорема 1. Для того, чтобы грузовая таможенная декларация X_0 была достоверным необходимо и достаточно выполнение следующего условия

$$P = \prod_{i=1}^{58} \prod_{j=1}^{40} \rho_{ij} = 1 \quad (6)$$

P является коэффициентом достоверности грузовой таможенной декларации X_0 . Из (5) и (7) вытекает, что коэффициент P принимают значения $P=1$ только тогда, когда для всех $1 \leq i \leq 58$, $1 \leq j \leq 40$ выполняется условия $\eta_{ij1} \leq x_{ijl_0} \leq \eta_{ij2}$, в противном случае $P > 1$.

Заключение. В заключение хочется отметить, что программное обеспечение, реализующей вышеприведённого алгоритма определяет ошибки грузовой таможенной декларации и в автоматизированном режиме сообщает об этом участнику внешней торговли. По отношению исправляющего участника внешней торговли выявленных ошибок своевременно и на добровольной основе *не применяются никакие меры*.

В настоящее время установлены 53 логических условий для контроля таможенной стоимости товаров, которые позволяют локализовать таможенных рисков. В результате внедрения данных критерий риска в 2022 году в 88 тысячи 897 случаях предупреждена риски «*определение таможенной стоимости товаров*» и недоимки в государственный бюджет в эквиваленте более чем 9 млн. 968.8 тыс. долларов США.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Организация объединенных наций. Перспективы развития в мире разделительных линий: глобальный беспорядок и региональные ответы. Отчет ЮНКТАД ООН о торговле и развитии. UNCTAD/TDR/2022 (Overview). 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://news.un.org/ru/story/2022/02/1418402> (дата обращения: 20.09.2023).
2. *Ершов. А. Д.* Формирование таможенных услуг во внешнеэкономической деятельности // Ученые записки Санкт-Петербургского филиала Российской таможенной академии. 2005. № 1 (23). С. 174-191.
3. Framework of Standards for the Safety and Facilitation of World Trade // WCO. 2018. [Electronic resource]. URL: <http://www.wcoomd.org> (date of application: 06.08.2023).
4. WCO Customs Risk Management Compendium. 2011. [Electronic resource]. URL: <http://www.wcoomd.org> (date of application: 30.09.2023).
5. *Тамразян С. Э.* Таможенные Риски: Сущность, Управление И Оценка // Научный журнал «Экономика и управление в XXI веке: тенденции развития». 2015. № 23. С. 168-172.
6. *Соболь А. А.* Подходы к классификации таможенных рисков в условиях Евразийского экономического союза // Вестник российской таможенной академии. 2021. № 4. С. 167-176.
7. *Саидов А. А.* Классические методы контроля достоверности информации и особенности их применения к таможенному делу / Монография, 2021. 498 с.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕКРЁСТКЕ

И. А. Трибис, М. С. Володин

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: innatribis8670@gmail.com

В статье проводится имитационное моделирование дорожного движение на перекрёстке. Дано краткое описание построения данной модели с использованием библиотеки дорожного движения в среде AnyLogic. Рассматриваются результаты сравнения оптимизационного эксперимента, построенного для модели, с реальными данными.

SIMULATION MODEL OF TRAFFIC AT AN INTERSECTION

I. A. Tribis, M. S. Volodin

The article provides simulation modeling of traffic at the intersection. A brief description of the construction of this model using the traffic library in the AnyLogic program is given. The results of comparing the optimization experiment constructed for the model with real data are considered.

В современном городе одной из самых острых проблем является проблема пробок. Одним из решений данной проблемы может стать настройка светофора на перекрёстке таким образом, чтобы количество машин, проехавших данный перекрёсток за условный час, было максимальным. AnyLogic помогает смоделировать перекрёсток и оптимизировать его пропускную способность в зависимости от длительности светофора на перекрёстке.

Для рассмотрения был взят перекрёсток 2-ой Садовой улицы и улицы имени Н. Г. Чернышевского, находящийся рядом с набережной города Саратов. В качестве основы модели используется спутниковый снимок данного перекрёстка. Модель перекрёстка строится с помощью библиотеки дорожного движения. Данная библиотека позволяет изобразить и настроить дороги, а также задать движение машин с одной дороги на другую.

Для движения по дорогам были созданы агенты типа Car с 3D-визуализацией легковой машины и типа Bus – с 3D-визуализацией автобуса. Также были добавлены парковки для автомобилей и автобусные остановки. Для автобусов задано правило ожидания на остановках в виде треугольного распределения порядка (15, 30, 90) секунд. Для автомобилей задано правило остановки на парковках в виде треугольного распределения порядка (5, 15, 45) минут. На парковку автомобили заезжают с вероятностью 0,3 на северном и южном направлении и 0,05 на западном. В случае нехватки парковочных мест, автомобиль продолжает своё движение в заданном направлении.

Результат визуализации перекрёстка в 2D и 3D-варианте показан на Рисунках 1 и 2.



Рис. 1. 2D-визуализация перекрёстка во время работы модели



Рис. 2. 3D-визуализация перекрёстка во время работы модели

Новые автомобили и автобусы появляются по экспоненциальному распределению, так, что чаще всего автомобили появляются на восточном и западном направлениях, а реже всего на южном. Как и в реальной жизни, автомобили могут приезжать на перекрёсток со всех 4-х сторон, а автобусы только с трёх, исключая южное направление. За это отвечают блоки CarSource и BusSource соответственно. Автомобили с запада и востока не ограничены в выборе своего направления, тогда как автомобили с севера и юга могут двигаться только направо относительно своего направления. Выбор направления движения создаёт комбинация из блоков SelectOutput и CarMoveTo, отвечающих за вероятность выбора направления и движение в заданном направлении соответственно. После выхода с перекрёстка автомобили и автобусы удаляются с помощью блока

CarDispose и при этом увеличивают значение переменной Выход_машин, в которой подсчитывается количество автомобилей, закончивших движение по перекрёстку.

При запуске модели отображается ситуация с пробками на дорогах. Это сделано с помощью блока RoadNetworkDescriptor, раскрашивающего дорогу в красный цвет, если скорость ниже 10 км/ч, в зелёный — если выше 40 км/ч, в жёлтый — во всех остальных случаях. Светофор на перекрёстке задан блоком TrafficLight с параметрами А и В, где А отвечает за зелёный свет для западного и восточного направлений, а В — за зелёный свет для северного направления.

Полная диаграмма процессов дорожного движения на перекрёстке показана на рис. 3.

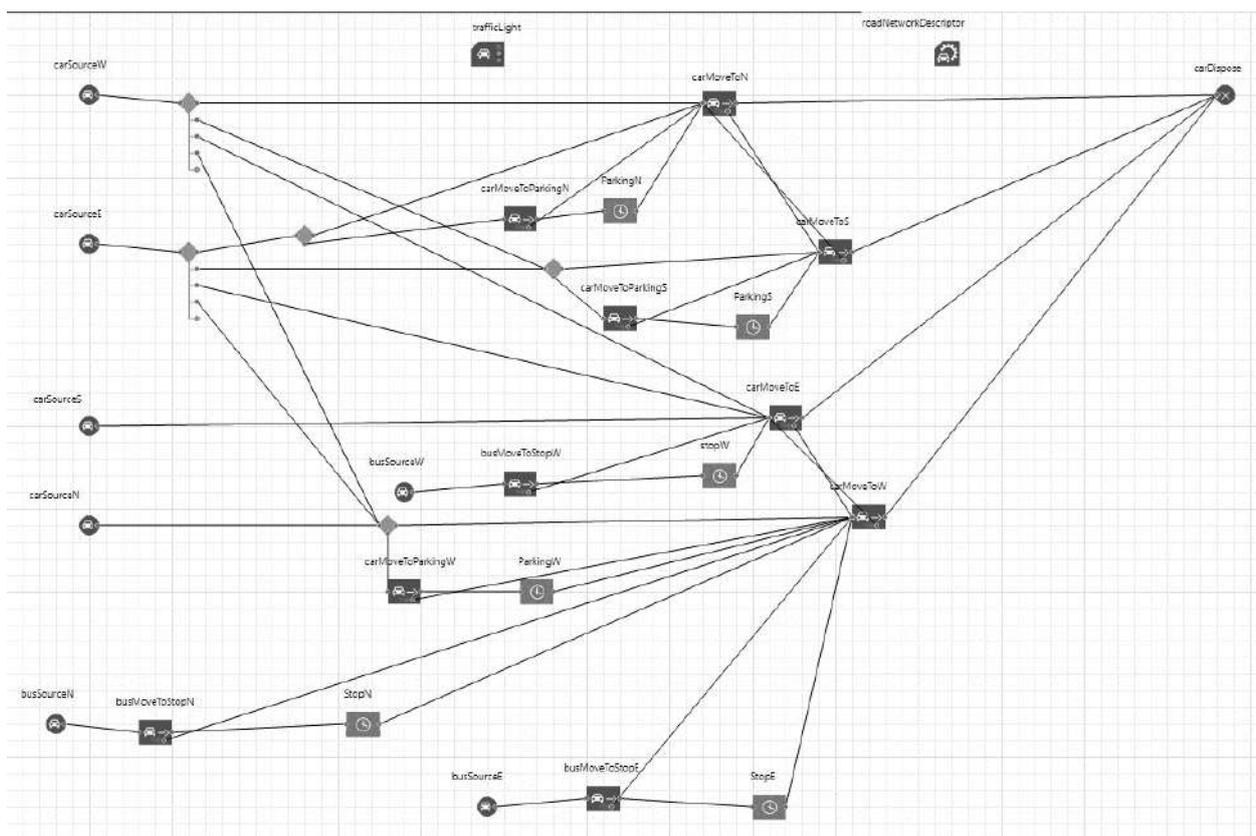


Рис. 3. Диаграмма процессов дорожного движения на перекрёстке

После создания перекрёстка возникает вопрос об оптимальных значениях параметров А и В таких, чтобы пропускная способность перекрёстка была максимальной. В реальной жизни значение параметра А равно 50 секундам, а значение параметра В – 35 с. С такими значениями получаемый выход автомобилей порядка полторы тысячи единиц за час. Час является ограничением времени моделирования для дорожной библиотеки. Далее с помощью создания эксперимента с типом «оптимизация» мы находим такие значения параметров А и В, которые максимизируют выход автомобилей за час.

Результат одного из таких оптимизационных экспериментов показан на рис. 4.

Road Traffic1 : Оптимизация

	Текущее	Лучшее
Итерация:	312	140
Функционал↑	1,327	1,785
Параметры		Copy best
A	78	84
B	95	20

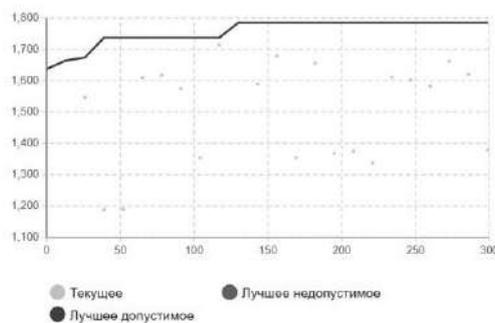


Рис. 4. Результат оптимизационного эксперимента относительно функции выхода автомобилей и диаграмма улучшения лучшего значения функции в зависимости от итерации оптимизационного эксперимента.

В результате 20 оптимизационных экспериментов было выявлено среднее оптимальное значение в 83 для A и 21 для B. При данных значениях средний выход автомобилей составляет порядка 1770 единиц, тогда как при изначальных значениях в 50 для A и 25 для B средний выход автомобилей составляет порядка 1550 единиц. Из этого можно сделать вывод о неоптимальности светофора на данном перекрёстке. Однако стоит отметить, что данную транспортную развязку необходимо также рассматривать с точки зрения её интеграции в городскую дорожную сеть и не только с точки зрения оптимизации общего выхода автомобилей с перекрёстка, но и с точки зрения оптимизации количества времени, которое автомобили суммарно проводят в ожидании проезда.

Заключение. Моделирование перекрёстка является одним из главных примеров практического применения библиотеки дорожного движения AnyLogic. Модели дорожного трафика создаются для анализа и сравнения различных вариантов организации движения (как в нашем случае, с регулировкой светофоров), моделирования проектируемых развязок и дорог с целью выявления узких мест, проверки целесообразности увеличения или уменьшения количества полос на определённом отрезке существующей дорожной сети и многое другое.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боев В. Д. Моделирование в среде AnyLogic : учеб. пособие для вузов / Москва : Изд-во Юрайт, 2018. 298 с.
2. Ефромеева Е. В., Ефромеев Н. М. Имитационное моделирование: основы практического применения в среде AnyLogic. учеб. пособие. / Саратов : Вузовское образование, 2020. 120 с.

ВЛИЯНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ ФИРМЫ НА ВЫРУЧКУ НА ПРИМЕРЕ КОМПАНИИ YANDEX N.V.

А. А. Туркин, А. С. Волкова, Е. А. Коробов

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: turkin2003@bk.ru, volkova06478@yandex.ru, korobovea@ya.ru

Инвестиционная деятельность – важнейший элемент долгосрочного существования и процветания практически любой компании. В традиционном понимании, это оттоки финансовых средств в настоящем для создания долгосрочных активов компании, которые могли бы позволить получать больше материальных и нематериальных благ в будущем. Именно грамотные инвестиции ведут к экспансии компании и к росту ее доли на рынке. В настоящей статье рассматривается роль инвестиций на ключевой показатель компании – выручку. В ходе исследования были построены регрессионные модели, которые позволяют утверждать, что инвестиции и персонал в значительной степени влияют на выручку. Помимо этого, рассмотрена проблема современного учета затрат на создание инноваций в финансовой отчетности на примере компании Yandex N.V., показана необходимость пересмотра существующих установок.

THE IMPACT OF INVESTMENTS ON THE COMPANY'S REVENUE ON THE EXAMPLE OF YANDEX N. V.

A. A. Turkin, A. S. Volkova, E. A. Korobov

Investment activity is the most important element of the long-term existence and prosperity of almost any company. In the traditional sense, these are outflows of financial resources in the present to create long-term assets of the company, which could allow to receive more tangible and intangible benefits in the future. It is competent investments that lead to the expansion of the company and to the growth of its market share. This article examines the role of investments in the key indicator of the company – revenue. In the course of the study, regression models were built that allow us to assert that investments and personnel significantly affect revenue. In addition, the problem of modern accounting for the costs of creating innovations in financial statements is considered on the example of Yandex N.V., the need to revise existing installations is shown.

Инвестиции не всегда создают рыночную стоимость компании и отвечают интересам инвесторов и стейкхолдеров. Тогда перед менеджерами, целью которых является удовлетворение интересов заинтересованных лиц, обостряется вопрос об условиях инвестирования, которые могли бы привести к созданию стоимости. Проблема ответа на такой вопрос заключается в следующих проблемах:

- Двойственность понимания стоимости и спорных элементов ее оценки на практике. Это проявляется в различиях между фундаментальной (расчетной) стоимостью компании и капитализацией, то есть рыночной ситуацией.
- Неоднозначность понятия «инвестиционные решения». Затраты на раз-

витие персонала, маркетинговые исследования, НИОКР и остальное, по стандартам финансовой отчетности, относят к текущим затратам, несмотря на то что все они являются направлениями создания будущих выгод. Такие затраты не капитализируются и не учитываются как инвестиции, приводящие к росту внеоборотных активов.

- Неочевидность учета рынком принимаемых решений в компании по принятию и реализации НИОКР проектов или проектов социальной направленности [1].

Работа основывается на построении регрессионной зависимости, которая позволяет показать существование значительной взаимосвязи между инвестиционной политикой компании и ее выручкой.

Объектом исследования являются финансовые и иные показатели компании Yandex N.V. (Яндекс) за 48 периодов с 3 квартала 2011 года по 2 квартал 2023 года.

Яндекс – транснациональная корпорация, владеющая дочерними предприятиями в нескольких государствах. Компания имеет диверсифицированный бизнес в различных сегментах: поисковая система и Веб-портал, электронная коммерция, сервисы объявлений, такси. Основным же видом деятельности Яндекса является разработка компьютерного программного обеспечения (ОКВЭД 62.01) [2]. Учитывая, что сфера является в большей степени трудоемкой, чем капиталоемкой, анализ и изучение влияния инвестиций на финансовые показатели компании становится еще более интересной задачей.

В исследовании будем опираться на квартальную отчетность компании Yandex N.V. в период с 2011 года по 2023 год.

В качестве результирующего значения модели выбран показатель Y – выручка предприятия. В качестве независимых переменных обозначим капитальные расходы компании, затраты на разработку продукта (НИОКР) и численность персонала. Представим в табл. 1 все введенные обозначения для построения регрессионной модели.

Таблица 1

Обозначения для показателей деятельности компании

Наименование фактора	Введенное обозначение
Капитальные расходы (CAPEX), млрд руб.	X_1
Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), млрд руб.	X_2
Персонал, чел.	X_3

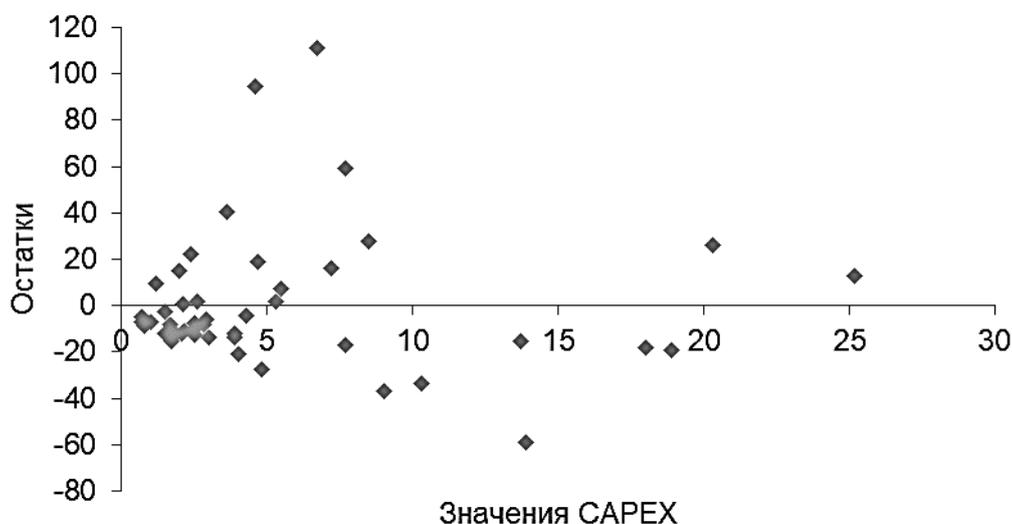
В начале, с целью выявления взаимосвязей между переменными, произведем корреляционный анализ исходных данных в табл. 2.

Корреляционная матрица

	x1	x2	x3	Y
x1	1			
x2	0,757374138	1		
x3	0,777584858	0,989385131	1	
Y	0,774214568	0,977838059	0,985519805	1

Таким образом, все выбранные независимые переменные имеют значительную взаимосвязь с выручкой компании. Применяя метод главных компонент для борьбы с мультиколлинеарностью факторов, определим, что в наибольшей мере выручка связана с переменными факторами x_1 , x_2 , x_3 , а модели регрессионных зависимостей – парные.

На следующем этапе произведем графический анализ графика остатков наблюдений показателя x_1 от линии регрессии (рис. 1).

Рис. 1. График остатков CAPEX (x_1) [2]

Исходя из графика можно сделать вывод, что остатки гетероскедастичны, что является существенным ограничением для построения качественной регрессионной модели. Аналогичная ситуация наблюдается и при графическом анализе остатков значений НИОКР и персонала. В таком случае, для применения регрессионного анализа необходимо произвести линеаризацию с использованием десятичного или натурального логарифма [4]. Применим натуральный логарифм для приведения остатков к гомоскедастичности и на основе этого построим график остатков с новыми данными (рис. 2).

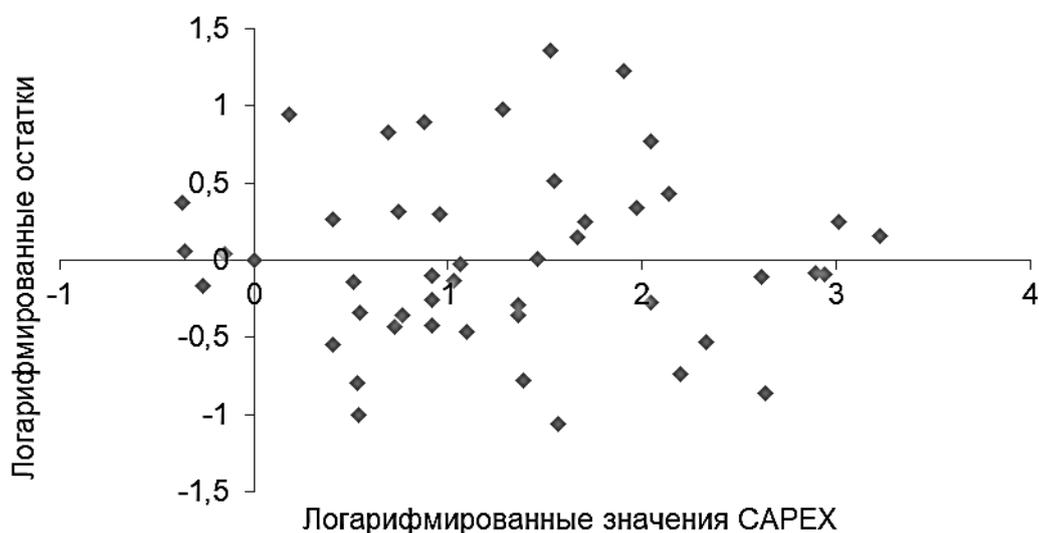


Рис. 2. График прологарифмированных значений CAPEX (x_1) [2]

Таким образом, мы добились гомоскедастичности остатков, что позволяет произвести регрессионный анализ данных. Пример вычислений для x_1 отображен в табл. 3.

а)

Таблица 3

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,823
R-квадрат	0,678
Нормированный R-квадрат	0,671
Стандартная ошибка	0,57
Наблюдения	48

б)

Дисперсионный анализ					
	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	31,43	31,43	96,74	6,875E-13
Остаток	46	14,945	0,325		
Итого	47	46,375			

в)

	Коэффициенты	Станд. ошибка	t-стат-ка	P-значение	Нижние 95%	Верхние 95%
Y-пересечение	2,175	0,14	15,478	7,36136E-20	1,892	2,458
x_1	0,89	0,09	9,836	6,87543E-13	0,708	1,073

Рассчитаем уравнение, исходя из полученных данных. Оно имеет следующий вид:

$$\ln(Y) = 2,18 + 0,89 * \ln(x_1), \quad (1)$$

Уравнение показывает, что при увеличении капитальных инвестиций на 1%, выручка компании увеличивается на 0,89%.

Коэффициент детерминации данной модели равен 0,678. То есть, капитальные инвестиции оказывают значительное влияние на показатели выручки. Чем выше коэффициент детерминации, тем качественнее модель [5]. В нашей модели точность аппроксимации достаточно низкая, но не пороговая, поэтому можно говорить о том, что модель адекватно описывает явление.

Поскольку рассчитанный уровень значимости (значимость F) близок к нулю, вероятность ошибки первого рода крайне мала, что подтверждает полученную значимость R^2 .

С помощью критерия Фишера проверяется статистическая значимость уравнения. Сравним табличное значение с фактическим, которое представлено в табл. 3.

$$F_{\text{табл}}(1; 50) = 4,03 < F(1;48) = 96,74, \quad (2)$$

Табличное значение меньше фактического, что говорит о том, что уравнение является статистически значимым.

Значение t-критерия нашей выборки для x_1 составляет 9,84. Сравним с табличным значением, которое определяется по таблице распределения Стьюдента. Оно равно 2,01. Значение статистики выше критического значения, значит коэффициент является статистически значимым (неслучайным), как в нашем случае.

Доверительные интервалы указаны в полях «Нижние 95 %», «Верхние 95 %» в табл. 3. Это означает, что с вероятностью 0,95 коэффициент при x_1 лежит в интервале от 0,71 до 1,07.

По аналогии произведем расчеты для остальных факторов x_i . Результаты запишем в табл. 4.

Таблица 4

Результаты регрессионного анализа факторов

x_i	Уравнение регрессии	R^2	Критерий Фишера	Критерий Стьюдента	Доверительный интервал
x_1	$\ln(Y) = 2,18 + 0,89 * \ln(x_1)$	0,68	96,74	9,84	0,71 – 1,07
x_2	$\ln(Y) = 1,73 + 1,03 * \ln(x_2)$	0,96	1126,21	33,56	0,98 – 1,10
x_3	$\ln(Y) = -0,22 + 1,72 * \ln(x_3)$	0,99	3376,89	58,11	1,66 – 1,78

Таким образом, исследование подтвердило предположения о том, что имеются стабильно наблюдаемые закономерности зависимости выручки Yandex N.V. от инвестиционной и инновационной активности компании, а также от количества персонала компании. Более того, коэффициент детерминации при x_3 доказывает, что Яндекс, как и предполагалось, является трудоемкой компанией и именно ее работники, в том числе в сфере НИОКР, способствуют наибольшему приросту финансовых показателей.

Не менее важным является то, что в проведенном исследовании была показана ключевая позиция инновационной политики компании в рассматриваемой отрасли. Несмотря на то, что, согласно стандартам финансовой отчетности,

затраты на НИОКР относятся к текущим затратам, в исследовании была продемонстрирована их значительная роль в контексте создания будущих выгод. Следовательно, имеет смысл адаптировать унифицированные стандарты финансовой отчетности с учетом специфики отраслей, где инновационная деятельность является ключевой для развития компании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Теплова Т. В.* Оценка рынком инвестиционной поддержки инновационной активности компаний: эмпирическое исследование. [Электронный ресурс]. URL: https://www.hse.ru/data/618/087/1240/Innovative_activity.pdf (дата обращения: 05.09.2023).
2. Профиль компании ООО «Яндекс». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rusprofile.ru/id/189505> (дата обращения: 05.09.2023).
3. Финансовые результаты ООО «Яндекс». [Электронный ресурс]. URL: <https://ir.yandex.ru/financial-releases> (дата обращения: 05.09.2023).
4. *Мусиенко С. О.* Финансовый анализ и прогнозирование результатов деятельности малых предприятий на основе регрессионной модели // Актуальные проблемы экономики и права. 2017. Т. 11. № 1. С. 18-33.
5. *Малахова О. С.* Корреляционно-регрессионный анализ зависимости выручки предприятия от факторов внешнеэкономической деятельности // Прикладная математика и вопросы управления. 2019. № 1. С. 113-123.
6. *Нуруллаева Ш. Т., Рузметова Н. Ш., Муминова М. А., Сайдуллаева С. А.* Гетероскедастичность: что произойдет, если дисперсия ошибки является непостоянной // International Academy Journal Web of Scholar. 2019. Т. 2. № 1 (31). С. 3-7.
7. *Лашманова Ю. Ю.* Бухгалтерский учет и анализ научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ предприятия // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2020. № 1 (183). С. 93-107.
8. *Якушев А. А.* Принятие управленческих решений на основе системного подхода и математического моделирования // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. С. 463.

УСТОЙЧИВОСТЬ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПЕРЕЛИВОВ ВОЛАТИЛЬНОСТИ

А. Р. Файзлиев, В. А. Балаш

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: faizlievar1983@mail.ru, vladimirbalash@yandex.ru

В нашем исследовании мы сравниваем меры переливов, рассчитанные с использованием различных процедур регуляризации. Целью данной работы является исследование устойчивости методики оценки мер связности к порядку авторегрессии и спецификациям модели VAR. Мы изучаем связь между случайными шоками (побочными эффектами) и региональной инфляцией продовольственных и непродовольственных товаров.

ROBUSTNESS OF METHODS FOR ESTIMATING VOLATILITY SPILLOVERS

A. R. Faizliev, V. A. Balash

In our study, we compare spillover measures calculated using various regularization procedures for simulated data and several real data sets. The purpose of this work is to study the stability of the methodology for estimating connectivity measures to the order of autoregression and specifications of the VAR model. We study the relationship between random shocks (spillover effects) and regional inflation for food and non-food products.

1. Введение. Исследование сети распространения рисков представляет интерес во многих практических приложениях. Например, исследование взаимосвязей рисков инвестиций в финансовые активы, взаимозависимости рисков между рынками сырья, акций и облигаций, криптовалют, региональными рынками и многими другими.

Популярным подходом является расчет мер перетока по результатам разложения дисперсии прогноза многомерных временных рядов. В качестве инструментов прогнозирования применяют широкий круг эконометрических моделей, таких как модели векторной авторегрессии, векторной авторегрессии с переменными параметрами, DCC-GARCH и другие. При этом из-за ограниченной длины временных рядов для оценивания параметров модели применяют методы регуляризации. Влияние того или иного метода регуляризации на величины мер переливов пока изучено не достаточно.

Чтобы проверить стабильность методологии оценки показателей связности, помимо стандартной модели VAR, мы также реализовали три модели VAR с эффектами сжатия (со штрафом) – модели Ridge, Lasso и Elastic Net. Для тестирования рассматриваемых в работе моделей использовались данные о региональной инфляции продовольственных и непродовольственных товаров. Мотивация дописать. Взаимоотношения с товарным рынком являются важным вопросом для экономистов.

В основе связности лежит оценка векторной авторегрессионной модели, в которой мы изучаем, как экзогенные шоки цен на продукты питания и непродовольственные товары в одном регионе влияют на экзогенные шоки цен на продукты питания и непродовольственные товары в другом регионе или наоборот. То есть показатель связности оценивает межрегиональные связи между экзогенными шоками цен на продукты питания и непродовольственные товары, а не межрегиональные связи между изменениями цен на продукты питания и непродовольственные товары сами по себе.

2. Методология. Диболд и Йилмаз представили меры связности, основанные на обобщенном разложении дисперсии ошибки прогноза (*GFEVD*) для модели VAR [1, 2].

Для построения мер связности мы используем матрицы *GFEVD* для VAR-модели порядка p с N -переменными. Данная модель является одной из самых популярных и до сих пор широко используемых моделей многомерных временных рядов.

Математически модель VAR с длиной лага p можно сформулировать следующим образом:

$$X_t = \alpha + \sum_{i=1}^p \Phi_i X_{t-i} + \epsilon_t, t = 1, 2, \dots, T$$

в которой α обозначает $N \times 1$ вектор свободных членов, $x_t = (x_{1t}, \dots, x_{Nt})'$ - зависимые переменные, Φ_i - матрица коэффициентов, $\epsilon_t = (0, \Sigma)$ - вектор независимо и одинаково распределенных возмущений (белый шум с ковариационной матрицей Σ).

Модель Elastic Net [3] можно рассматривать как обобщение МНК, а также методов оценки Ridge и Lasso [4], которые позволяют сжимать и выбирать параметры. Модель Elastic Net может быть описана для каждой переменной j , $j=1, \dots, k$ следующим образом:

$$\arg \min_{\beta} \left(\left[T^{-1} \|y_{jt} - \beta_{j0} - \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^k \beta_{ji} y_{jt-i}\|_2 \right] + \lambda \left[(1 - \alpha) \|\beta_{j0} + \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^k \beta_{ji}\|_2 + \alpha \|\beta_{j0} + \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^k \beta_{ji}\|_1 \right] \right)$$

где первая часть представляет собой функцию потерь, которая в нашем случае представляет собой среднеквадратическую ошибку (MSE), а вторая часть — штраф Elastic Net (P_α), что соответствует средневзвешенному значению штрафа Ridge и штрафа Lasso. В то время как Lasso использует штраф L_1 -нормы для получения разреженного решения, Ridge использует штраф L_2 -нормы. Помимо оценки модели полной Elastic Net регрессии, мы также оцениваем ограниченные подмодели, а именно МНК($\lambda=0$), Ridge ($\alpha=0$) и Lasso ($\alpha=1$).

Разложение дисперсии позволяет измерить вклад шоков x_j (долю дисперсии ошибки на H -шагов вперед). Подходы Koop et al. (1996) и Pesaran, Shin

(1998), далее KPPS, позволяет найти разложение дисперсии, инвариантное к порядку переменных в модели GFEVD [5, 6].

Обозначим разложение дисперсии ошибки прогноза *KPPS* на *H*-шагов вперед через $\theta_{ij}^g(H)$:

$$\theta_{ij}^g(H) = \frac{\sigma_{jj}^{-1} \sum_{h=0}^{H-1} (e_i' A_h \Sigma e_j)^2}{\sum_{h=0}^{H-1} (e_i' A_h \Sigma A_h' e_i)}$$

где Σ - это матрица дисперсии для вектора ошибки ϵ , σ_{jj} - стандартное отклонение ошибки для *j*-го уравнения, а e_i - вектор, *i*-ый элемент которого равен единице, остальные нули.

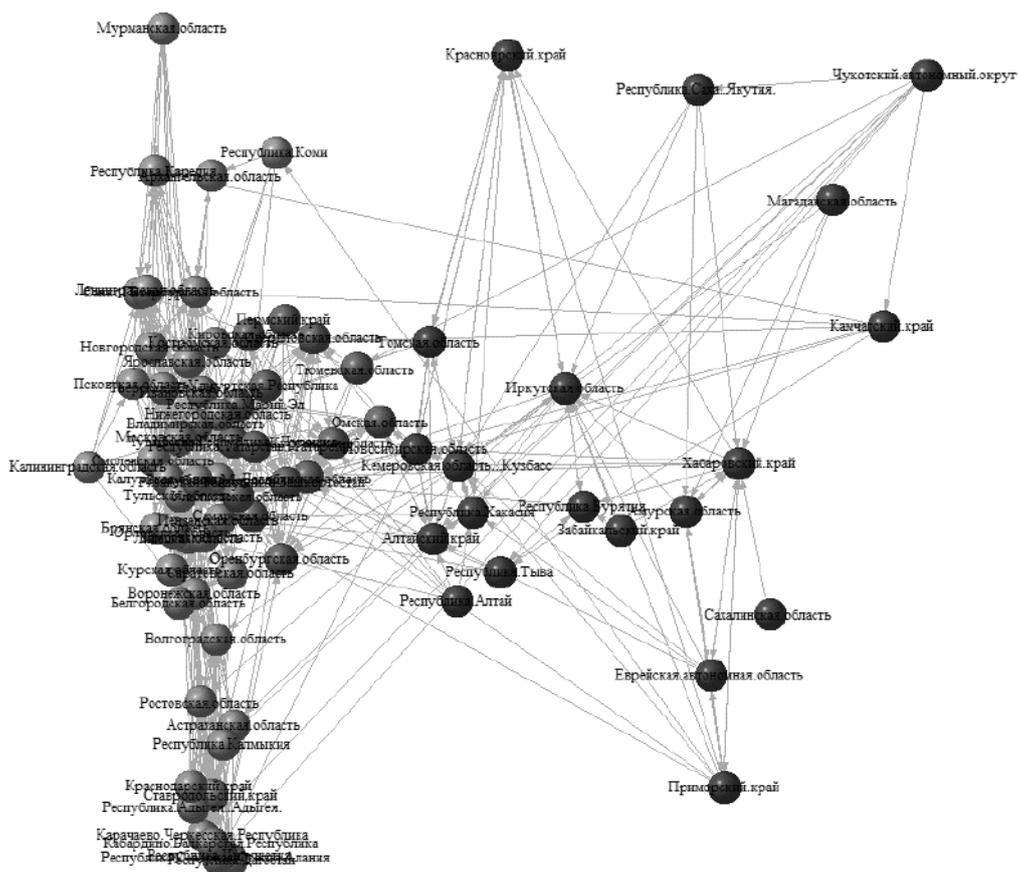
Следуя подходу Diebold-Yilmaz, мы измеряем связность переменных системы, чтобы суммировать все элементы в $\theta(H)$ от 1 до *N*.

Так как сумма элементов в каждой строке матрицы разложения дисперсии не равна 1: $\sum_{j=1}^N \theta_{ij}^g(H) \neq 1$, то для вычисления попарных индексов связности (Connection index) элементы матрицы разложения дисперсии нормализуются:

$$CI_{ij} = \tilde{\theta}_{ij}^g(H) = \frac{\theta_{ij}^g(H)}{\sum_{j=1}^N \theta_{ij}^g(H)}$$

3. Эмпирические результаты. Для исследования устойчивости методики оценки показателей связности использовались ежемесячные данные о номинальных ценах на продукты (индекс потребительских цен) с учетом сезонных колебаний для 79 регионов РФ. Данные охватывают период с января 2002 года по июль 2023 года.

Модель VAR может быть оценена по каждому уравнению с помощью МНК. В нашем случае $N=79$ и, следовательно, совместная оценка с длиной лага, равной единице, будет означать, что необходимо оценить $N + N^2p = 6320$ параметров. Однако у нас есть только $T = 258$ наблюдений ($6320 \gg 258$), а это значит, что эту модель не возможно оценить. Использование процедуры оценки по уравнению, делает это возможным, поскольку она просто оценивает $N + 1 = 80$ параметров ($80 < 258$). Кроме того, поскольку мы имеем дело с этой многомерной сетью, мы используем различные методы регуляризации для сжатия и выбора параметров и сравнения результатов со стандартной пошаговой моделью VAR.



Граф направленных спилловеров

Выяснилось, что направление межрегионального распространения инфляции хорошо соответствует расположению регионов на географической карте. Это подтверждает, что пространственные весовые матрицы, часто используемые в моделях пространственной эконометрики, действительно отражают трансграничное взаимодействие между соседними регионами. Поэтому матрица пространственных весов является хорошим выбором для моделирования межрегиональных диффузионных шоков цен на продовольствие. Но когда мы анализируем побочные эффекты непродовольственной инфляции, мы не можем обосновать, что структура индексов парной связности матрицы хорошо аппроксимировалась матрицей географической близости.

4 Выводы. В этой статье исследовалась динамическая связь случайных шоков (спилловер эффектов) с ценами на продовольственные товары между регионами РФ. В статье реализована стандартная векторная авторегрессионная (VAR) модель, а также три модели VAR с прореживанием коэффициентов (со штрафом) — модели Elastic Net, Lasso и Ridge. Передача случайных потрясений на региональной основе происходит от южных регионов к западным, к регионам Сибири и к Дальневосточным регионам.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 23-21-00305).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Diebold F. X., Yilmaz K.* Measuring financial asset return and volatility spillovers, with application to global equity markets // *The Economic Journal*. 2009. Т. 119. № 534. С. 158-171.
2. *Diebold F. X., Yilmaz K.* Better to give than to receive: Predictive directional measurement of volatility spillovers // *International Journal of forecasting*. 2012. Т. 28. №. 1. С. 57-66.
3. *Zou H., & Hastie T.* Regularization and Variable Selection via the Elastic Net // *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Statistical Methodology)*. 2005. Vol. 67 (2). P. 301-320.
4. *Tibshirani R.* Regression Shrinkage and Selection via the Lasso // *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*. 1996. Vol. 58 (1). P. 267-288.
5. *Koop G., Pesaran H. M., Simon M.* Potter, Impulse response analysis in nonlinear multivariate models // *Journal of Econometrics*. 1996. Vol. 74. Is. 1. P. 119-147.
6. *Pesaran M. H., Shin Y.* An Autoregressive Distributed-Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis // *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium*. 1998. Vol. 31 P. 371-413.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ РОБОТИЗИРОВАННЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ В УСЛОВИЯХ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Д. С. Фоминых¹, В. А. Кушников¹, А. С. Богомолов²

¹*Федеральный исследовательский центр*

«Саратовский научный центр Российской академии наук», Россия

²*Саратовский национальный исследовательский*

государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия

E-mail: dm_fominyh@mail.ru, kushnikoff@yandex.ru, alexbogomolov@yandex.ru

В статье предлагается подход к решению задачи управления процессом сварки в роботизированных технологических комплексах по критерию аварийности производимой продукции с применением нейросетевого моделирования. Приведена постановка задачи, рассмотрена модель трехслойного перцептрона. В качестве входов используются основные параметры технологического процесса. Выходами являются управляющие воздействия для предотвращения аварийных ситуаций. Внедрение рассмотренных в статье моделей и алгоритмов позволит снизить количество аварийных остановок при эксплуатации робототехнических технологических комплексов.

APPLICATION OF NEURAL NETWORK MODELING IN CONTROL OF ROBOTIC TECHNOLOGICAL COMPLEXES IN CONDITIONS OF RISK OF EMERGENCY SITUATIONS

D. S. Fominykh, V. A. Kushnikov, A. S. Bogomolov

The article proposes an approach to solving the problem of controlling the welding process in robotic technological complexes according to the criterion of the accident rate of manufactured products using neural network modeling. The problem statement is given and the model of a three-layer perceptron is considered. The main parameters of the technological process are used as inputs. Outputs are control actions to prevent emergency situations. The implementation of the models and algorithms discussed in the article will reduce the number of emergency stops during the operation of robotic technological complexes.

Роботизированные технологические комплексы (РТК) дуговой сварки нашли широкое применение в различных отраслях промышленности как наиболее эффективный способ повышения производительности, качества продукции и обеспечения безопасности персонала. РТК позволяют осуществлять сварку швов различной сложности в различных пространственных положениях без потери качества.

В настоящее время применяется несколько различных типов роботов. Наибольшее распространение для выполнения сварки получили шарнирно-сочлененные антропоморфные манипуляторы с пятью-шестью степенями свободы. Неотъемлемой частью РТК также является оборудование для сварки,

очистки горелки, вентиляционная система и защитные периметральные барьеры, а также оборудование и программное обеспечение для позиционирования и перемещения изделия (вращатели, кантователи и т.д.) [1-4]

В то же время постоянный рост уровня автоматизации предприятий и высокие требования к качеству и производительности говорят о необходимости постоянного решения задач по предотвращению остановок технологического процесса из-за аварийных ситуаций. Данные соображения подчеркивают актуальность и экономическую и практическую значимость задачи минимизации вероятности возникновения аварийных ситуаций, приводящих к остановке технологического процесса в ходе сварки в РТК.

Исходя из этого сформулируем постановку задачи управления процессом сварки в РТК: разработать алгоритм поиска вектора управляющих воздействий $\mathbf{v}^*(t) \in \mathbf{V}$, позволяющих на временном отрезке $[t_0, t_1]$ при любых допустимых значениях вектора состояний среды $\mathbf{s}(t) \in \mathbf{S}$ минимизировать критерий, характеризующий аварийность технологического процесса

$$K_A = \int_{t_0}^{t_1} P(t, \mathbf{s}, \mathbf{s}', \mathbf{v}, \mathbf{v}') dt$$

при ограничениях

$$\begin{aligned} F_i(t, \mathbf{s}, \mathbf{s}', \mathbf{v}, \mathbf{v}') &\geq 0, i = 1, \dots, n_1 \\ F_i(t, \mathbf{s}, \mathbf{s}', \mathbf{v}, \mathbf{v}') &< 0, i = n_1 + 1, \dots, n_2 \end{aligned}$$

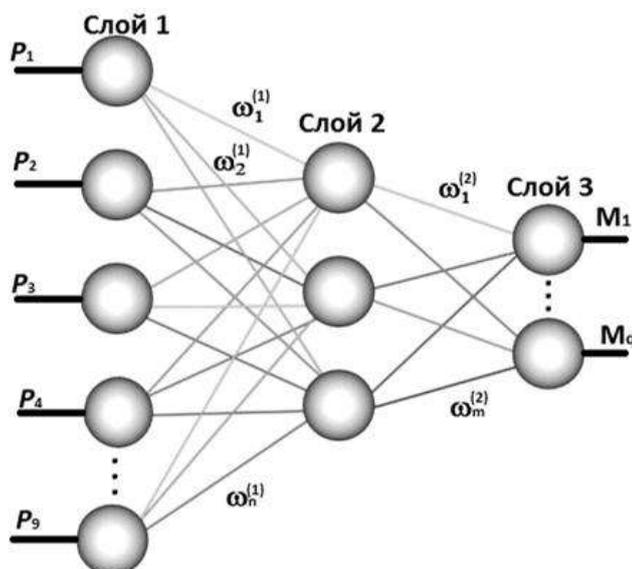
и граничных условиях

$$\begin{aligned} F_i^{(t_0)}(t, \mathbf{s}, \mathbf{s}', \mathbf{v}, \mathbf{v}') &= 0, i = n_3, \dots, n_4 \\ F_i^{(t_1)}(t, \mathbf{s}, \mathbf{s}', \mathbf{v}, \mathbf{v}') &= 0, i = n_4 + 1, \dots, n_5 \end{aligned}$$

где K_A – целевая функция, характеризующая аварийность процесса сварки роботизированным комплексом на временном интервале $[t_0, t_1]$; P – вероятность возникновения аварии, приводящей к остановке технологического процесса; \mathbf{S}, \mathbf{V} – множества допустимых значений соответственно векторов $\mathbf{s}(t)$ и $\mathbf{v}(t)$; t – время; n_1, \dots, n_5 – заданные константы.

В [5,6] данная задача решалась путем разработки и дальнейшей реализации комплексного плана мероприятий, позволяющих предотвратить возникновение аварийных ситуаций в процессе сварки в РТК. В данной статье предлагается применить подход с использованием математического аппарата нейронных сетей.

В качестве нейронной сети выбран трехслойный персептрон с архитектурой, представленной на рисунке.



Архитектура персептрона для формирования управляющих воздействий по предотвращению аварийных ситуаций при сварке РТК

В качестве входов персептрона будем использовать значения параметров технологического процесса. На основе опыта эксплуатации РТК дуговой сварки Kawasaki с контроллерами С40 и сопряженным сварочным оборудованием Fronius выявлены основные параметры сварки, влияющие на стабильность технологического процесса, которые приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры технологического процесса дуговой сварки в РТК

№	Наименование параметра
P_1	Катет сварного шва, мм
P_2	Наличие пор в сварном шве,
P_3	Подрез верхнего листа, мм
P_4	Подрез нижнего листа, мм
P_5	Прожог листа, мм
P_6	Наличие окалины на листе
P_7	Толщина верхнего листа, мм
P_8	Толщина нижнего листа, мм
P_9	Прилипание проволоки к наконечнику

Обучение проводилось на основе алгоритма обратного распространения ошибки и алгоритма Коши. Коррекция весов выполнялась по соотношению:

$$\omega_i^{(j)}(k) = \omega_i^{(j)}(k - 1) + \sigma \Delta \omega_i^{(j)}(k) + (1 - \sigma)R$$

где k – номер шага обучения; коррекция весового коэффициента R – величина случайного изменения веса нейрона, определяемая по распределению Коши, σ – коэффициент скорости обучения персептрона.

На выходе мы получаем указания по применению конкретных мероприятий, направленных на устранение причин аварийных ситуаций.

В качестве примера рассмотрим 4 аварийные ситуации:

1. «Появление окалины от брызг на нижнем листе»;
2. «Подрез верхнего листа более 0,5мм»;
3. «Прожог металла в месте стыковки листов»;
4. «Снижение размера катета сварного шва».

Значения входных параметров, характеризующих данные ситуации, и сформированные мероприятия приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результат формирования управляющих воздействий

№	Входы									Выходы
	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	
1	9	0	0	0	0	1	10	14	0	M_1 = «Установить расход защитного газа 18 л/мин» M_2 = «Очистить сопло горелки» M_3 = «Увеличить напряжение дуги»
2	10	0	1	0	0	0	12	16	0	M_1 = «Уменьшить значение горизонтального смещения функции RTBIAS» M_2 = «Отрегулировать зажимные ролики» M_3 = «Уменьшить напряжение дуги»
3	10	0	0	0	1	0	10	14	0	M_1 = «Уменьшить значение сварочного тока» M_2 = «Проверить стенд сборки балки, уменьшить зазоры между листами» M_3 = «Проверить состояние фрезы на посту снятия фаски»
4	9	0	0	0	0	0	12	16	0	M_1 = «Увеличить значение сварочного тока» M_2 = «Уменьшить скорость сварки» M_3 = «Увеличить амплитуду колебаний горелки»

В дальнейшем планируется применение большего числа входных параметров, а также увеличение количества выходов перцептронов, что позволит повысить эффективность управления процессом сварки в роботизированных технологических комплексах. Также возможно масштабирование данного математического обеспечения по методикам [7-10] для решения других задач, например, повышения качества сварки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Dinham M., Fang G.* Autonomous weld seam identification and localisation using eye-in-

- hand stereo vision for robotic arc welding // *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 2013. № 29 (5). P. 288-301.
2. *Miller M., Mi B., Kita A., Ume I. C.* Development of automated real-time data acquisition system for robotic weld quality monitoring. // *Mechatronics*. 2002. № 12 (9-10). P. 1259-1269.
 3. *Ryberg A., Ericsson M., Christiansson A.K., Eriksson K., Nilsson J., Larsson M.* Stereo vision for path correction in off-line programmed robot welding // In Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Technology. 2010. P. 1700-1705.
 4. *Shen H. Y., Wu J., Lin T., Chen S. B.* Arc welding robot system with seam tracking and weld pool control based on passive vision // *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2008. № 39 (7-8). P. 669-678.
 5. *Резчиков А. Ф., Кушников В. А., Иващенко В. А., Фоминых Д. С., Богомолов А. С., Филимонюк Л. Ю.* Предотвращение аварийных ситуаций в процессе сварки в роботизированных технологических комплексах // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии*. 2017. № 4. С. 46-55.
 6. *Фоминых Д. С., Кушников В. А.* Управление процессом сварки в роботизированных комплексах в условиях риска аварийных ситуаций // *Проблемы управления, обработки и передачи информации сборник трудов V Междун. юбилейной науч. конф.* 2017. С. 267-271.
 7. *Fominykh D. S., Rezchikov A. F., Kushnikov V. A., Ivaschenko V. A., Bogomolov A. S.* The models and algorithms for product quality control in welding by robotic technological complexes. // *Mechatronics, Automation, Control*. 2022. Т. 23. № 12. P. 637-642.
 8. *Rezchikov A. F., Kushnikov V. A., Ivashchenko V. A., Fominykh D. S., Bogomolov A. S., Filimonjuk L. Yu.* Prevention of critical events combination in robotic welding // *Journal of Machinery Manufacture and Reliability*. 2017. Т. 46. № 4. P. 370-379.
 9. *Резчиков А. Ф., Кушников В. А., Иващенко В. А., Фоминых Д. С., Богомолов А. С., Филимонюк Л. Ю.* Модели и алгоритмы управления процессом сварки роботизированными технологическими комплексами по критерию качества производимой продукции // *Управление большими системами*. 2018. Вып. 71. С. 98-122.
 10. *Фоминых Д. С., Кушников В. А., Богомолов А. С., Резчиков А. Ф.* Разработка алгоритма поддержки принятия решения при управлении процессом сварки роботизированными комплексами // *Труды 15-й междун. конф. «Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2022)»*. М. : ИПУ РАН. 2022. С. 1184-1189.

О ПРОГНОЗИРОВАНИИ КАЧЕСТВА ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ

А. В. Харламов

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия
E-mail: harlamovav@info.sgu.ru*

В статье описано решение задачи прогнозирования в реконструктивной хирургии позвоночно-тазового комплекса. Сформулирована идея, представлены алгоритм и структура программной реализации прогноза. Представлен пример расчета прогноза на реальных данных, указано направление дальнейшего повышения качества прогнозирования.

ON PREDICTING THE QUALITY OF OPERATIVE TREATMENT

A. V. Kharlamov

The article describes the solution to the prediction problem in reconstructive surgery of the spinopelvic complex. The idea is formulated, the algorithm and structure of the software implementation of the forecast are presented. An example of calculating a forecast using real data is presented, and the direction for further improving the quality of forecasting is indicated.

С 2018 по 2021 годы в СГУ при поддержке Фонда перспективных исследований (договор № 6/130/2018-2021 от 01.06.2018 г.) реализовывался проект по теме: «Разработка прототипа системы поддержки принятия врачебных решений (СППВР) в реконструктивной хирургии позвоночно-тазового комплекса (ПТК)».

Суть проекта заключалась в разработке предварительной рабочей версии СППВР для повышения эффективности лечения пациентов с травмами и заболеваниями ПТК.

Реализованная схема «планирование – моделирование – прогноз» позволяет, используя данные пациента и ретроспективный опыт лечения, проводить биомеханическое моделирование, планирование, а также прогнозирование успешности вариантов лечения. Прогнозирование, выполненное на основе статистических данных по результатам предыдущих историй пациентов, способствует обоснованному выбору хирургического реконструктивного лечения и повышению его эффективности.

Прогнозирование в данной схеме представляет отдельную самостоятельную задачу, метод решения которой подробно обосновывается в [1]. Тем не менее, модуль прогноза является неотъемлемой частью общей схемы и в своей работе опирается на данные модулей планирования и моделирования. По данным пациента, занесенным в электронную карту, осуществляется геометрическое планирование и биомеханическое моделирование, анализируются варианты оперативного вмешательства, на основе чего с учетом накопленной статистики хирургического реконструктивного лечения, дается оценка успешности вариантов

характеристик и прочее), а также необходимостью использования различных в каждом случае статистически значимых показателей, выявление которых представляет отдельную задачу. Специфические особенности построения прогностических моделей в медицине рассматривались в [2, 3].

В результате изучения критериев прогнозирования результатов хирургического лечения, опыта реконструктивного лечения, экспертных оценок, теоретических исследований и эмпирических данных, был разработан алгоритм прогнозирования, основанный на классификации пациентов по изменению их состояния до и после операции. Схематично алгоритм (дерево) прогноза изображен на рис. 2.

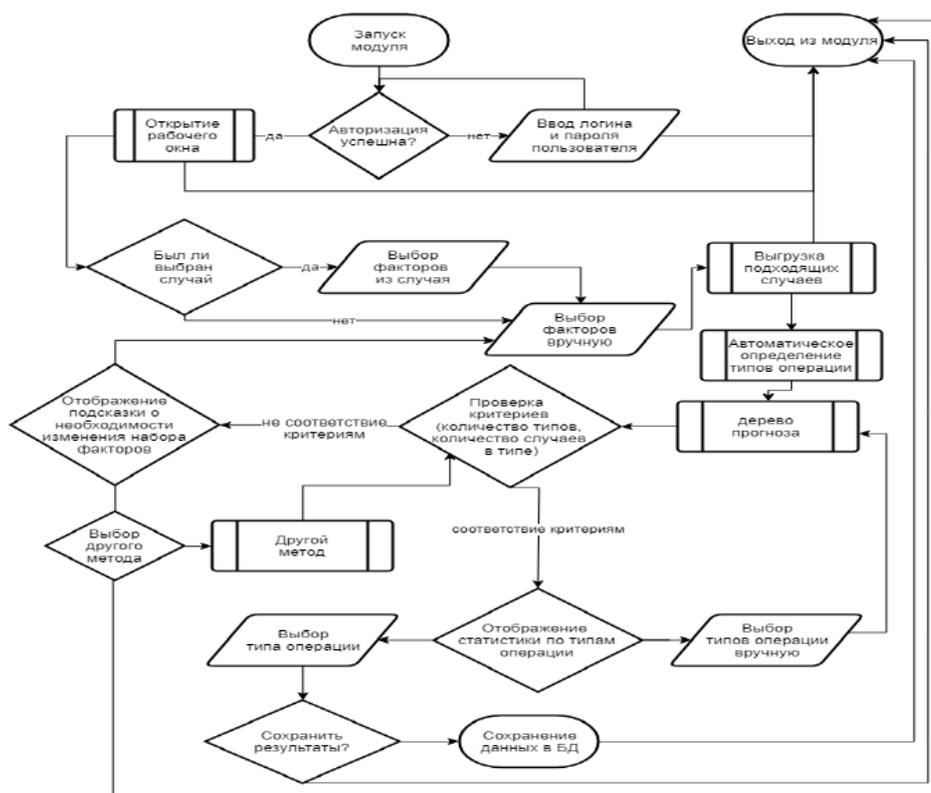


Рис. 2. Алгоритм дерева прогноза

В основе прогноза лежат экспертные оценки, учитывающие разнообразный опыт оперативного лечения.

Реализация алгоритма предполагает наличие возможности выбора из нескольких вариантов по типам операций, исходя из имеющихся практик применения реконструктивного оперативного лечения.

Модель строится в виде «дерева прогноза», точки ветвления в котором определяются типом травмы (заболевания), способами лечения, антропометрическими свойствами пациента и прочими показателями из задействованных баз данных. Листья характеризуют качество лечения для соответствующего типа заболевания и метода лечения.

Качество оперативного лечения характеризуется абсолютным и относи-

тельным изменением индекса инвалидности ODI (Oswestry Disability Index) и показателем боли VAS (Visual Analog Scale) после операции. Относительное изменение ODI вычисляется как отношение разности между значениями ODI до и после операции к значению ODI после операции.

Качество комплексного лечения характеризуется абсолютным значением ODI сразу после операции, а также через 3, 6 и 12 месяцев.

Все прогнозы имеют вид вероятностных (интервальных) показателей.

Вводя характеристики конкретного пациента, тип травмы и метод лечения (возможны варианты), с заданной вероятностью получают интервал ожидаемых значений характеристик качества лечения. Пример конкретной реализации работы программы представлен на рис. 3.

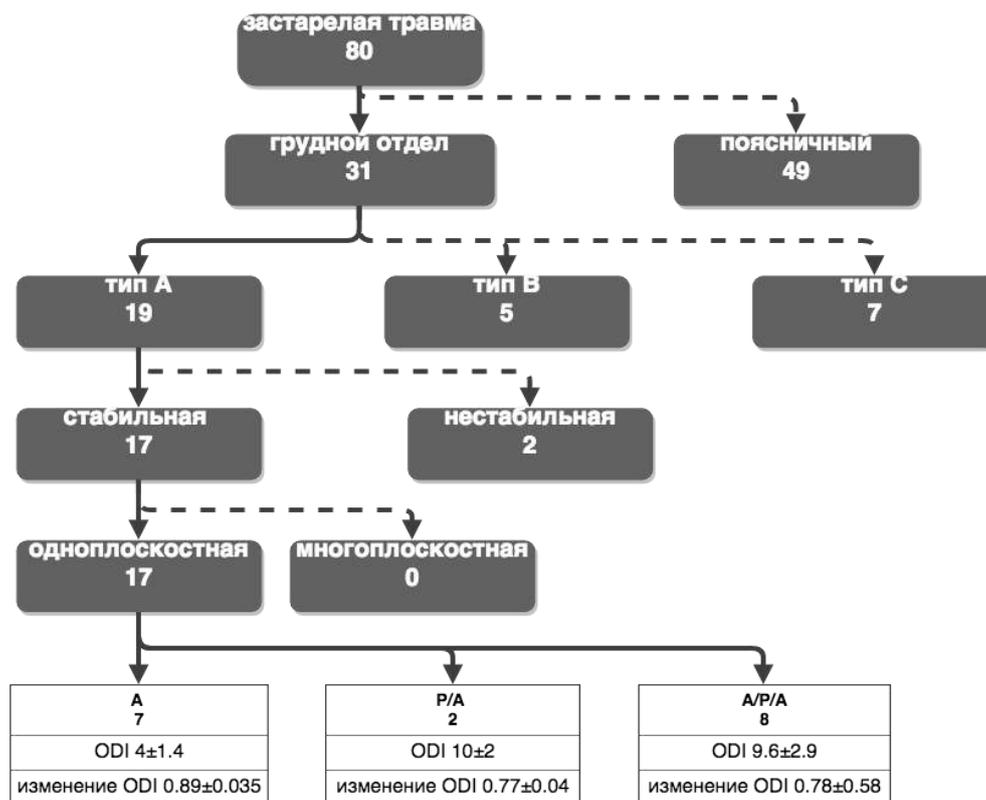


Рис. 3. Построение предварительного прогноза

Программная реализация модели имеет два варианта. Локальный, когда построенное прогностическое дерево можно применять как «прогностический калькулятор», аналогично [4]. И как элемент СППВР, где в модель включена обратная связь. Во втором случае модель обновляется при каждом пополнении баз данных. Прогнозирование может осуществляться в предписанном варианте, но также существует возможность включения/исключения точек ветвления дерева прогноза.

В силу неполноты имеющихся баз данных на этапе разработки прототипа СППВР отладка программы осуществлялась на модельных данных. Модельные данные не позволяют выявить причинно-следственные связи и определить зако-

номерности между исходными показателями и результативными. Предполагается, что наполнение баз данных до соответствующего объема позволит реализовать обратную связь, заложенную в программу прогноза.

«Обратная связь» дает возможность исследовать объективную статистическую информацию, выявлять причинно-следственные связи в накопленных данных и оптимизировать прогностическую модель, включая влияющие на результат лечения факторы и исключая не влияющие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Kossovich L. Yu., Kharlamov A. V., Lysunkina Yu. V., Shulga A. E.* Mathematical modeling and prediction of the effectiveness of surgical treatment in surgery of the pelvic complex // *Vestn. Samar. Gos. Tekhn. Univ., Ser. Fiz.-Mat. Nauki.* 2019. Vol. 23. No. 4. pp. 744-755.
2. *Харламов А. В.* Анализ рисков применения прогностических моделей // *Материалы X Междун. науч.-практич. конф. Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками.* 2021. № 6. С. 164-168.
3. *Харламов А. В.* Спецификация модели кровопотери при сочетанных травмах таза // *Материалы XI Междун. науч.-практич. конф. Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками.* 2022. № 7. С. 127-131.
4. *Дмитриев П. О., Харламов А. В., Кажанов И. В., Кириллова И. В., Коссович Л. Ю., Фалькович А. С., Микитюк С. И., Петров А. В.* Спецификация прогностических моделей и программная реализация калькулятора для прогноза летального исхода при сочетанной травме таза // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Математика. Механика. Информатика.* 2022. Т. 22. Вып. 3. С. 376-392.

Раздел 2 ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛИ МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА В УСЛОВИЯХ САНКЦИОННОГО ДАВЛЕНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Е. А. Анидалова, А. А. Терекалиева

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: anidalova03@mail.ru, alsuterekalieva4@gmail.com

Статья посвящена обоснованию актуальности применения модели межотраслевого баланса для управления и планирования в экономике страны и региона в условиях санкционного давления и задач по импортозамещению. В ней рассматриваются особенности применения такой модели в динамично меняющейся экономической ситуации. В материале статьи рассматриваются положительные стороны данного метода и проблемы его применения в указанных выше условиях, даны рекомендации по преодолению указанных проблем. В частности, в статье рассмотрены случаи резкого изменения технологического процесса в течении планируемого периода, а соответственно и матрицы коэффициентов прямых затрат, что в классической модели Леонтьева неприемлемо, предлагаются методы адаптации модели к такой ситуации. Также в статье предлагается вариант учета баланса экспорт-импорт в условиях санкций и импортозамещения, что позволит более эффективно определять допустимые и наиболее оптимальные объемы внешнеторговых операций. В основе описанных методов лежат предложения по введению поправочных коэффициентов надежности и дополнительных векторов предельного валового продукта и векторов экспорта и импорта.

SOME ASPECTS OF APPLICATION OF THE INTER-SECTORAL BALANCE MODEL IN THE CONDITIONS OF SANCTIONS PRESSURE AND IMPLEMENTATION OF THE IMPORT SUBSTITUTION PROGRAM

E. A. Anidalova, A. A. Terekalieva

The article is devoted to the substantiation of the relevance of applying the model of intersectoral balance for management and planning in the economy of the country and the region in the conditions of sanctions pressure and import substitution tasks. It considers the peculiarities of the application of such a model in a dynamically changing economic situation. The article considers the positive sides of this method and the problems of its application in the above conditions, gives recommendations to overcome these problems. In particular, the article considers cases of sharp changes in the technological process during the planned period, and accordingly the matrix of coefficients of direct costs, which is unacceptable in the classical Leontief model, the methods of adaptation of the model to such a situation are proposed. The article also proposes a variant of accounting for the balance of export-import in the conditions of sanctions and import substitution, which will allow to determine more effectively the permissible and the most optimal volumes of foreign trade operations. The described methods are based on the proposals to introduce correction coefficients of reliability and additional vectors of marginal gross product and vectors of exports and imports.

Современные взгляды на экономику государства и роль самого государства в регулировании этой экономики диктует применение масштабных методов такого регулирования и планирования. Масштабы такого регулирования в рамках страны и региона предполагают максимальное использование математических моделей. Одной из наиболее известных моделей, примененные впервые в мире экономистами Советского союза еще в 1920-х годах прошлого века была модель межотраслевого баланса. Метод межотраслевых балансов позволял видеть потребности той или иной отрасли в необходимых товарах и услугах. Своё продолжение и некоторую завершенность она получила в модели межотраслевого баланса В.В.Леонтьева. Тогда межотраслевые балансы сводились вручную, что существенным образом снижало полезность метода и тормозило реализацию процессов.

Однако даже ручное вычисление выражений показало себя более, чем эффективно. В Госплане видели потребности экономики, что позволяло оперативно, а главное – рационально, распоряжаться имеющимися производственным ресурсами, что особенно важно в период резкого роста экономики и опоры на ограниченные внутренние ресурсы.

Сейчас же, когда появились новые технологии, система межотраслевых балансов может дать еще больший результат.

Необходимость такого подхода иллюстрирует, например, ситуация в сельском хозяйстве прошлого года, когда в России начала раскручиваться продовольственная инфляция. Подобная ситуация возникла по той причине, что из-за ситуации на мировых рынках производители начали активно экспортировать зерно, масло и другие товары.

В результате урожай был хорошим, но его значительная часть была вывезена за рубеж. Внутренний рынок едва не столкнулся с дефицитом. Ситуацию удалось урегулировать в самый последний момент через введение экспортных пошлин, квот и предельных цен.

По большому счету Министерство сельского хозяйства и Министерство экономического развития упустили ситуацию. Они должны были реагировать быстрее и на опережение.

Но даже самые грамотные управленцы всегда будет совершать ошибки. Цифровые решения позволят снизить эти ошибки до минимального количества.

Например, если бы тогда уже работала цифровая система межотраслевых балансов, то она автоматически бы среагировала на обостряющуюся ситуацию в самом начале, выдав правительству соответствующее заключение. И, возможно, рекомендации того, как наиболее эффективно перераспределить сельскохозяйственные ресурсы. Тоже самое могло произойти и в металлургической отрасли. Сейчас аналогичная ситуация складывается на топливном рынке.

Президент поручил, а правительство начало реализовывать применение межотраслевого баланса. После разработки и введения в эксплуатацию соответствующей платформы правительство получит уникальный доступ ко всем

производственным и естественным ресурсам российской экономики.

В региональной экономике также ставится задача максимально использовать кластерный подход и при достаточно широком распространении такого подхода (или для его распространения) модель баланса также может достаточно эффективно применяться.

Кратко суть модели, напомним, состоит в том, что строится вектор валового продукта X , в котором сведены все статистические данные по производству продуктов в стране или регионе, матрица производственных затрат X_I , состоящая из элементов, характеризующих затраты тех или иных продуктов на производство рассматриваемого продукта и вектор конечного продукта Y , состоящий из количества потребляемых и экспортируемых продуктов. Таким образом, уравнение баланса будет иметь вид $X = X_I + Y$. Далее вводится матрица коэффициентов прямых затрат A , состоящая из a_{ij} , полученных путем деления соответствующих коэффициентов матрицы X_I на коэффициенты соответствующей строки вектора X . Путем элементарных преобразований получим:

$$Y = X * (E - A), \text{ где } E - \text{ единичная матрица.}$$

Отсюда переходим к планированию. Если ставится задача в планируемом году произвести $Y^{\text{планируемого периода}}$ продукта, то вычислив матрицу A по итогам прошедшего периода, получим баланс:

$$X^{\text{планируемого периода}} = (E - A)^{-1} * Y^{\text{планируемого периода}}$$

Наиболее оптимальное планирование будет в том случае, если модель межотраслевого баланса конкретизировать до уровня предприятий, а точнее - наименований продукции ими выпускаемых. Еще недавно такой подход был бы немыслим, поскольку количество наименований выпускаемой продукции только в одной химической отрасли составляет около 70 тысяч, а с учетом дублирования на различных предприятиях эта цифра вырастет в разы. Однако, современный уровень цифровизации в том числе в области статистики и налогообложения позволяет получить общую базу в масштабах страны и некоторые погрешности могут быть нивелированы с помощью диспетчеризации процесса.

Несмотря на то, что, как отмечалось выше, ситуация, связанная с введением санкций показывает необходимость более жесткого, вплоть до директивного, регулирования экономики со стороны государства, эти же экономические процессы осложняют такое регулирование, и в том числе - моделирование с применением модели Леонтьева. Так, например, в основе межотраслевого баланса, или модели Леонтьева, лежит постулат о том, что коэффициенты прямых затрат a_{ij} остаются постоянными на протяжении ряда лет, что обусловлено примерным постоянством используемой технологии. Именно это тезис считается основным и позволяет планировать баланс. Однако в условиях санкций и задач по импортозамещению этот тезис нельзя считать безусловным.

Рассмотрим некоторые из тех нюансов, которые проявились наиболее ярко, и способы их учета.

- В матрице A в условиях санкций для ряда производств коэффициенты

a_{ij} будут меняться в пределах периода планирования, поскольку становятся недоступными ряд технологий, приходится менять оборудование, меняется логистика. Можно было бы период планирования сократить до срока, в пределах которого изменение коэффициента будет незначительным, но для разных производств и разной продукции эти периоды разные, и такой подход возможен, например, при составлении баланса региона или отдельного кластера. Поэтому для планирования в рамках государства придется либо вводить дополнительные статистические данные, собираемые с предприятий, либо для разных отраслей - коэффициенты надежности, которые пошли бы в запас и создавали возможность перепроизводства (работы на склад). Но при больших масштабах погрешность становится минимальной, что делает данный метод более эффективным, во всяком случае, по сравнению с моделью чисто рыночного регулирования.

- Изменение коэффициента a_{ij} может произойти и в результате того, что то или иное предприятие, или отрасль в целом использовало изделия отечественных производителей в ограниченных условиях, что диктовалось рынком и конкуренцией со стороны зарубежных предприятий, но после введения санкций, предприятия вынуждены перейти в большей степени на продукцию отечественных поставщиков. Таким образом, на производство той же единицы продукции потребуется уже больше отечественных комплектующих, что приведет к изменению коэффициента a_{ij} . Выходом из такого положения может быть аналогичный предложенным в предыдущем варианте.

- Модель межотраслевого баланса в чистом виде не учитывает возможности отрасли и предприятий наращивать (или сокращать) объемы производства в период планирования. Если в обычных экономических условиях указанные колебания в большинстве случаев незначительны и плавны, что, как правило, соответствует возможностям изменения темпов производства, то в условиях санкций потребности в ряде продуктов производства могут резко меняться и гибкость технологий может оказаться недостаточной и выходить за пределы погрешностей. В таком случае применение, каких бы то ни было коэффициентов становится неэффективным. Допустим, в связи с СВО резко возросла необходимость в вагонах, но производственные мощности вагоностроительных предприятий не позволяют обеспечить такой рост, или смежные предприятия и отрасли, обеспечивающие поставку ресурсов, не могут дать должный объем. Еще одной проблемой, возникшей в экономике страны стала ситуация, при которой из-за конъюнктуры цен на рынке топлива, отечественным нефтедобывающим и нефтеперерабатывающим предприятиям выгоднее продавать свой продукт за границу, чем обеспечивать необходимые поставки внутри страны, что в результате ограниченных возможностей производства указанной отрасли привело к дефициту соответствующих ресурсов в отечественном производстве и падению производства целого ряда смежных отраслей и предприятий ниже запланированного. Для учета такой ситуации в межотраслевом балансе предлагается:

1. Исключить из вектора конечного продукта экспорт продукции из страны (или вывоз из региона для регионального баланса).

2. Составить вектор предельного валового продукта Z , который бы включал в себя максимально возможные в плановом периоде производства тех или иных продуктов предприятиями отраслей z_{ij} .

3. Вычтуть из полученного вектора валового продукта вектор предельного валового продукта $X - Z = L$. Полученный вектор L может содержать как положительные, так и отрицательные числа. Положительные числа будут характеризовать возможный и допустимый экспорт (вывоз) продукции, а отрицательные - необходимый импорт (ввоз).

4. Если импорт в условиях санкций становится невозможным, «отрицательный» итоговый продукт (модуль) добавляется автоматически в вектор конечного продукта последующего планового периода, а в рассматриваемый период указанный вектор корректируется в зависимости от приоритетов.

Таким образом, использование представленных выше подходов позволяет не только эффективно применять модель межотраслевого баланса в условиях санкций и поставленных задач по импортозамещению, но и раскрывает её новые возможности.

Статья посвящена обоснованию актуальности применения модели межотраслевого баланса для управления и планирования в экономике страны и региона в условиях санкционного давления и задач по импортозамещению. В ней рассматриваются особенности применения такой модели в динамично меняющейся экономической ситуации. В материале статьи рассматриваются положительные стороны данного метода и проблемы его прямого применения в указанных выше условия, даны рекомендации по преодолению указанных проблем. В частности, в статье рассмотрены случаи резкого изменения технологического процесса в течении планируемого периода, а соответственно и матрицы коэффициентов прямых затрат, что в классической модели Леонтьева неприемлемо, предлагаются методы адаптации модели к такой ситуации. Также в статье предлагается вариант учета баланса экспорт-импорт в условиях санкций и импортозамещения, что позволит более эффективно определять допустимые и наиболее оптимальные объемы внешнеторговых операций. В основе описанных методов лежат предложения по введению поправочных коэффициентов надежности и дополнительных векторов предельного валового продукта и векторов экспорта и импорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ким И. А.* Построение межотраслевых балансов Российской Федерации в базовых основных ценах: методика и результаты // Экономический журнал высшей школы экономики. 2006. Т. 10. № 1. С. 80-109.

2. Межотраслевой баланс производства и распределения продукции и услуг. [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/bgd/free/B99_10/IssWWW.exe/Stg/d000/i000370r.htm (дата обращения: 13.09.2023).

3. Мишустин возрождает сталинские межотраслевые балансы. [Электронный ресурс]. URL: <https://za-dergavy.livejournal.com/294170.html/> (дата обращения: 13.09.2023).
4. Межотраслевой баланс. [Электронный ресурс]. URL: https://economicus.ru/site/grebenikov/E_Macro/chap2/2_3/2_3_1.html (дата обращения: 13.09.2023).
5. О роли межотраслевого баланса в государственном регулировании экономики. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-rol-i-mezhotraslevogo-balansa-v-gosudarstvennom-regulirovanii-ekonomiki> (дата обращения: 13.09.2023).
6. *Ивантер В. В.* Роль межотраслевого баланса в макроэкономическом анализе и прогнозировании. [Электронный ресурс]. URL: <https://ecfor.ru/wp-content/uploads/2019/04/rol-mezhotraslevogo-balansa-v-makroekonomicheskom-analize-i-prognozirovanii.pdf> (дата обращения: 13.09.2023).
7. *Иванов Ю. Н., Рябушкин Б. Т.* К 90-летию первого баланса народного хозяйства: истоки и эволюция макроэкономической статистики России // Вопросы статистики. 2016. № 4. С. 71-84.
8. *Алмон К.* Искусство экономического моделирования. М. : МАКС Пресс, 2012. 646 с.

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОЙ ДЕНЕЖНО-КРЕДИТНОЙ ПОЛИТИКИ ЦЕНТРАЛЬНОГО БАНКА РОССИИ

А. М. Бабаханова, Н. А. Майсин

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: anita734623@gmail.com, Nikita.Mai45@yandex.ru

Целью статьи является оценка результатов денежно-кредитной политики Центрального банка РФ с учетом внешних факторов и последних изменений законодательства. Проанализированы причины внутренних процессов развития банковских учреждений. Выявлена текущая динамика состояния банковского сектора РФ. Проанализированы причины сокращения количества кредитных организаций.

FEATURES OF MODERN MONETARY POLICY OF THE CENTRAL BANK OF RUSSIA

A. M. Babakhanova, N. A. Maysin

The purpose of the article is to assess the results of the monetary policy of the Central Bank of the Russian Federation, taking into account external factors and recent legislative changes. The reasons of internal processes of development of banking institutions are analyzed. The current dynamics of the state of the banking sector of the Russian Federation is revealed. The reasons for the reduction in the number of credit institutions are analyzed.

Денежно-кредитная политика – важная составная часть экономической политики страны, влияющая на повышение благосостояния населения и обеспечение максимальной занятости.

Центральный банк РФ (Банк России) – главный банк Российской Федерации, осуществляющий свою деятельность на основании Федерального закона от 10 июля 2002 г. № 86-ФЗ «О Центральном банке Российской Федерации (Банке России)» [1].

1.09.2013 г. Банку России были переданы полномочия Федеральной службы по финансовым рынкам по регулированию, контролю и надзору в сфере финансовых рынков. Являясь главенствующим звеном в денежно-кредитной политике, Банк России способствует созданию условий для экономического роста и стабильности банковского сектора, выполняя функции по поддержанию стабильного функционирования финансовой системы, развитию конкурентоспособности финансового рынка.

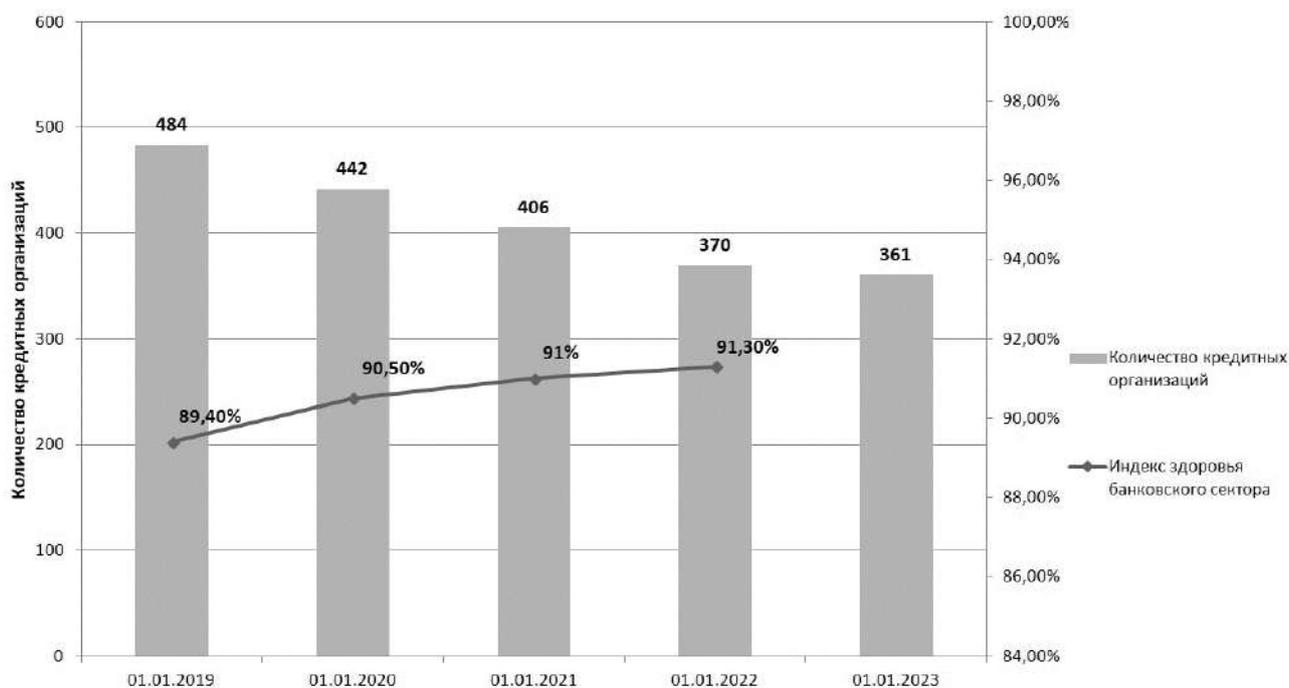
Банк России осуществляет мониторинг финансового рынка, в основе которого лежит всесторонний анализ, позволяющий выбрать меры, минимизирующие угрозы финансовой устойчивости и благополучия Российской Федерации [2]. Результатом проведения эффективной денежно-кредитной политики Центрального банка является увеличение индекса здоровья банковского сектора до

91,3% [3].

Вместе с тем ежегодно в России прослеживается динамика снижения числа кредитных учреждений. Так, за последние пять лет количество банков уменьшилось на 181 [3].

Данная тенденция связана с целенаправленной политикой Банка России, ориентированной на отзыв лицензий у банков для снижения нагрузки и давления на банковский сектор из-за нестабильной ситуации в экономике и санкций.

Помимо добровольной ликвидации банков в связи с решением уполномоченного органа кредитной организацией (например, общим собранием акционеров) либо реорганизации в форме присоединения к другим кредитным организациям существует ряд других причин отзыва лицензий [4].



Динамика количества кредитных организаций и индекса здоровья банковского сектора [5]

Первой часто встречающейся причиной отзыва лицензий является нарушение требований законодательства в ПОД/ФТ (115-ФЗ). Это происходит из-за того, что, во-первых, почти все небольшие банки входят в группу риска, так как из-за небольшого количества совершаемых операций доля «сомнительных» среди них может оказаться достаточно высокой несмотря на то, что у банков покрупнее объем таких операций может быть больше. Во-вторых, у маленьких банков меньше ресурсов на то, чтобы контролировать все совершаемые операции и выявлять среди них подозрительные.

Второй немаловажной причиной отзыва лицензий является наличие в кредитном портфеле большого процента низкокачественных ссуд. Как правило, лицензии отзывались, если на протяжении долгого времени доля проблемной задолженности в кредитном портфеле была более 50%.

Третьей по распространённости причиной отзыва лицензий является искусственное улучшение финансовых показателей банка, сокрытие реального финансового положения или другие различного рода манипуляции с отчетностью [4].

Одновременно с отзывом лицензий увеличивается доля государства в банковском секторе. В структуре банковского сектора наибольшей долей активов и капитала преобладают банки, контролируемые государством. Вследствие значительного присутствия государства и заметной тенденции к росту государственного участия в банковском секторе, ухудшается состояние конкурентной среды [6].

На сегодняшний день, после введения в отношении России санкций рядом недружественных стран, положение в банковском секторе несколько поменялось. Так как санкционный удар пришелся по крупным банковским организациям, совершающим международные сделки и по банкам с государственным участием, региональные банки или банки среднего эшелона оказались более привлекательны для участников рынка, так как санкции ограничили возможности международных расчетов и подвергли крупных игроков дополнительным рискам. Кроме того, санкционные ограничения так же коснулись и крупнейших заемщиков.

Часть клиентов крупных банков в связи с таким положением стали открывать новые или чаще использовать старые счета в менее крупных банках, а также пользоваться услугами дочерних кредитных организаций дружественных стран. Таким образом, санкции запустили процесс перетока клиентов между кредитными организациями преимущественно в пользу региональных игроков, которые могут предоставить конкурентный уровень сервиса, и с меньшей вероятностью попасть под санкции. Подтверждением данной тенденции является снижение доли активов топ-15 банков с 85,9% до 84,6%, на 1,3% за первое полугодие 2022 года в банковском секторе России впервые за более чем 10-летний период роста [7]. К августу 2023 года данный показатель по данным Банка России снизился до 77,8%, еще на 6,8% [5]. По мнению агентства «Эксперт РА» данная тенденция продолжится, и крупные игроки станут контролировать около 62% доли банковского сектора России.

Банки среднего звена, в основном занимающиеся обслуживанием малого и среднего бизнеса, получили дополнительные возможности по привлечению клиентов и развитию, так как уход иностранных компаний и конкурентов способствует активизации небольших локальных рыночных игроков. Кроме того, крупные российские компании в поисках возможности по ослаблению санкционного давления прибегают к дроблению основных организаций для формального снижения контролирующей доли капитала и к включению в свои экономические цепочки мелких и средних игроков. Все это в совокупности вызывает увеличение числа компаний в сегменте малого и среднего бизнеса [7]. По данным федеральной налоговой службы с января 2022 года по сентябрь 2023 года количество субъектов малого и среднего бизнеса увеличилось на 233 тысячи

[8]. Таким образом, по мнению агентства «Эксперт РА» доля активов банков среднего звена, работающих с малым и средним бизнесом, увеличится до 20% банковского сектора.

При этом стоит заметить, что рост доли в активах происходит преимущественно в пользу банков, находящихся в топе от 16-го по 100-е по активам место. Остальные же игроки не смогли существенно улучшить свои позиции. Поэтому количество кредитных организаций продолжает сокращаться. Рынок покинут игроки не сумевшие адаптироваться к новым условиям и проигравшие запустившуюся конкурентную гонку. Банк России начнет процесс отмены регуляторных послаблений, это покажет, какие кредитные организации не способны восстановиться после кризисного периода изменений в банковском секторе, что возобновит процесс отзыва лицензий [7].

Таким образом, можно выделить преимущества и недостатки средних и малых банков перед их крупными конкурентами, которые возглавляют топ кредитных организаций по активам. Недостатками малых и средних банков являются [9]:

- сложность поддержания конкурентной борьбы с разветвленной и растущей региональной сетью филиалов более крупных банков;
- имеющиеся ограничения развития бизнеса привлеченных клиентов, а так и потенциально новых;
- несущественный уровень капитализации рынка банковских услуг наряду с отсутствием источников долгосрочного роста капитала банковских институтов;
- недостаточное развитие и внедрение современных методик и технологий в сфере управления рисками.

Наряду с этим имеются следующие перспективы:

- лучшее понимание потребностей региональных клиентов;
- быстрая реализация управленческих решений тактико-операционного характера;
- более гибкая процентная политика кредитования в регионах
- реализация заинтересованности в кредитовании малого бизнеса реальной экономики, в сравнении с политикой крупных игроков.

Можно сказать, что продолжится процесс расчистки банковского сектора от игроков со слабыми показателями эффективности, преимущественно за пределами топ-100 по активам, которые не выдержали конкуренцию и не смогли привлечь новых клиентов. По оценкам агентства «Эксперт РА» в 2023 году количество отозванных и добровольно сданных лицензий может достигнуть 15. С учетом сохранения данных тенденций можно предположить, что к 2030 году в банковском секторе останется менее 300 банков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон «О Центральном банке Российской Федерации (Банке России)»

№ 86 от 10 июля 2002 г. // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37570 (дата обращения: 18.09.23).

2. Основные направления государственной денежно-кредитной политики на 2022 год и на период 2023 и 2024 годов // Официальный сайт Центрального банка России. [Электронный ресурс]. URL: [https://cbr.ru/Content/Document/File/126064/on_project_2022\(2023-2024\).pdf](https://cbr.ru/Content/Document/File/126064/on_project_2022(2023-2024).pdf) (дата обращения: 18.09.23).

3. Индекс здоровья банковского сектора на 1 июля 2021 года // Кредитное рейтинговое агентство «Эксперт РА». [Электронный ресурс]. URL: https://raexpert.ru/researches/banks/index_jul2021 (дата обращения: 18.09.23).

4. *Кириллов А. В., Халилова М. Х.* Основные причины отзыва лицензий у проблемных российских банков // Финансовые рынки и банки. 2023. № 3. С. 43-46.

5. Количественные характеристики банковского сектора Российской Федерации. // Официальный сайт Центрального банка России. [Электронный ресурс]. URL: https://cbr.ru/statistics/bank_sector/lic (дата обращения: 22.09.23).

6. *Козаева А. У., Дубова С. Е.* Огосударствление банковского сектора и его последствия // Экономика и бизнес: теория и практика. 2019. № 3-1. С. 134-140.

7. Итоги банковского сектора за 1-е полугодие 2022 года: к чему приведет трансформация // Кредитное рейтинговое агентство «Эксперт РА». [Электронный ресурс]. URL: https://raexpert.ru/researches/banks/index_jul2021 (дата обращения: 25.09.23).

8. Единый реестр субъектов малого и среднего предпринимательства // Официальный сайт Федеральной налоговой службы. [Электронный ресурс]. URL: <https://ofd.nalog.ru/statistics.html> (дата обращения: 26.09.23).

9. *Долбаева В. Ю., Витязев А. Д.* Банковская система Российской Федерации: проблемы и перспективы развития // Журнал прикладных исследований. 2023. № 7. С. 28-33.

ТЕСТОВАЯ ОБОЛОЧКА, РЕАЛИЗУЮЩАЯ СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ТЕСТИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ MOODLE

А. И. Безруков, В. Н. Гусятников, Н. С. Вагарина

Саратовский государственный технический университет им. Ю. А. Гагарина, Россия
E-mail: bezr_Alex@mail.ru, victorgsar@rambler.ru, victorgsar@rambler.ru

Предлагается концепция тестовой оболочки, позволяющей использовать современные методы компьютерного тестирования, использовать тесты, накопленные в системе MOODLE, а также создавать новые тесты. Проводится анализ тестовой подсистемы MOODLE. Делается вывод о целесообразности создания отдельной тестовой оболочки. Формулируются требования к оболочке. Предлагается модульная структура тестовой оболочки.

TEST SHELL IMPLEMENTING MODERN TESTING METHODS IN THE MOODLE SYSTEM

A. I. Bezrukov, V. N. Gusyatnikov, N. S. Vagarina

The concept of a test shell is proposed, which allows using modern methods of computer testing, using tests accumulated in the MOODLE system, and also creating new tests. The test subsystem MOODLE is analyzed. The conclusion is made about the expediency of creating a separate test shell. The requirements for the shell are formulated. A modular structure of the test shell is proposed.

Компьютерное тестирование является наиболее удобным объективным методом оценки знаний учащихся. Считается, что каждый испытуемый обладает некой латентной характеристикой «Уровень подготовленности» θ , а каждое задание имеет определенную трудность δ . Вероятность выполнения тестового задания зависит от уровня подготовленности испытуемого и уровня трудности задания. Модель Раша предлагает явный вид параметрического распределения этой вероятности.

$$P(\theta, \delta) = \frac{\exp(\alpha \cdot (\theta - \delta))}{1 + \exp(\alpha \cdot (\theta - \delta))} \quad (1)$$

На базе этой модели построена теория отклика (Item response theory, IRT) [1], адекватно описывающая процесс компьютерного тестирования.

В настоящее время в основном используются два принципиально различных метода организации тестирования: классический и адаптивный. При классическом тестировании требуется с максимальной точностью оценить уровень подготовленности каждого испытуемого. Такое требование возникает, например, при конкурсном отборе, когда необходимо отобрать лучших из претендентов с близкими уровнями подготовленности. Критерий качества такого тестирования – минимум рисков неправильных решений (например, отсеивания перспективного претендента или включение в группу малоперспективного).

При адаптивном тестировании требуется каждого учащегося отнести к одному из заранее заданных классов (например, «неуд», «уд», «хор» или «отл»). При этом желательно использовать как можно меньше заданий. Процесс тестирования заключается в последовательном уточнении вероятностей принадлежности испытуемого к каждому из указанных классов. Каждое следующее задание выбирается с учетом результатов ранее выполненных заданий, так, чтобы результат его выполнения давал максимальную информацию о том, какому классу принадлежит испытуемый. Критерий качества тестирования – минимальная вероятность неверного отнесения. Такой метод удобен, например, при текущем контроле знаний.

Мнение преподавателя (автора теста) о том, какие результаты должен показать испытуемый, чтобы его можно было отнести к одному из заданных классов, формулируется в виде рейтинговой шкалы. При этом тест и рейтинговая шкала должны соответствовать друг другу. Например, отсутствие в тесте заданий требуемой трудности не позволяет достаточно достоверно определить, к какому классу следует отнести испытуемого по результатам тестирования. Отметим, что при использовании классического тестирования для конкурсного отбора, рейтинговая шкала вообще не нужна. А если классическое тестирование используется для текущего контроля знаний (что обычно происходит при использовании существующих систем компьютерного тестирования), мы совершаем нелогичные действия: сначала с максимальной точностью определяем θ каждого студента, а затем закругляем его до интервалов рейтинговой шкалы. В статье [2] проведено сравнение реально проведенного классического тестирования и имитации на этих же результатах адаптивного тестирования. Показано, что достоверность адаптивного теста более чем в 2 раза выше, чем при классическом тестировании, при этом, использовано лишь 65% заданий.

В современной системе тестирования должны быть реализованы различные методы, что позволит организаторам тестирования выбрать и правильно использовать метод, наиболее соответствующий решаемой задаче.

Хорошая система тестирования должна обучаться на результатах ее использования. Например, при создании теста уровень трудности заданий задает разработчик. Но фактический (с точки зрения испытуемых) уровень трудности может сильно отличаться от заданного разработчиком. Поэтому, система должна периодически «пересматривать» трудности заданий в соответствии с тем, насколько часто и кем они были успешно выполнены. Удобные алгоритмы пересчета трудностей заданий предлагает IRT. В работе [3] предложен интерактивный алгоритм пересчета трудностей заданий с учетом уровней подготовленности испытуемых, выполняющих эти задания. Показано, что применение этого алгоритма позволяет более чем вдвое повысить достоверность результатов тестирования.

Еще один пример самообучения – выявление некорректных заданий. В предположении, что большинство заданий в тесте корректны, можно считать, что оценка уровня подготовленности, сделанная по всему тесту, более надежна,

чем оценка, сделанная по одному заданию. Таким образом, зависимость вероятности выполнения корректного задания от уровня подготовленности испытуемых (определенного по результатам выполнения всего теста) должна монотонно возрастать. Отклонение от этой монотонности может свидетельствовать о некорректности задания [4].

В соответствии с современными представлениями, целью обучения является формирование у учащихся совокупности компетенций, необходимых ему в будущей деятельности. Компетенции – способность применить полученные знания для решения практических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности выпускника. Необходимые компетенции формируются на протяжении всего процесса обучения, при изучении каждой дисциплины, как правило, формируются несколько компетенций, поэтому инструменты контроля качества обучения должны обеспечивать оценку уровня сформированности сразу нескольких компетенций.

В классической IRT предполагается, что все задания посвящены одной изучаемой теме, а уровни подготовленности испытуемого θ и трудность задания δ можно выразить числами. Для оценки нескольких компетенций необходимо предположить, что уровни сформированности различных компетенций у испытуемого разные (число θ превращается в набор чисел: $\theta \rightarrow \theta_1, \theta_2, \theta_3 \dots$). Аналогично, на успешность выполнения задания компетенции влияют в различной степени: ($\delta \rightarrow \delta_1, \delta_2, \delta_3 \dots$). В работах [5, 6] предложено многомерное расширение классической IRT, позволяющее создавать тесты, выявляющие уровни сформированности сразу нескольких компетенций за один сеанс тестирования.

Одной из самых популярных систем организации обучения является MOODLE. Модуль тестирования в этой системе называется Quiz (викторина) [7]. Такое название во многом отражает взгляд авторов на задачи и функции компьютерного тестирования. Разработчики Quiz¹ много внимания уделили визуальному представлению заданий различных (иногда весьма экзотических) типов, а также методам организации викторины и подведению ее итогов. Однако реализация в Quiz других методов тестирования вызывает существенные трудности. Так, многочисленные попытки реализовать в MOODLE адаптивное тестирование не привели к созданию общепризнанного инструмента, доступного всем пользователям системы. [8, 9]. По мнению самих разработчиков, внедрение новых методов и инструментов тестирования потребует переосмысления архитектуры всей системы, кардинального изменения базы данных и структуры программных модулей. В настоящее время основные разработчики не готовы к столь кардинальным изменениям и планируют реализацию только небольшой части из них в новых версиях системы.

В результате широкого применения системы MOODLE в России, в ее

¹ Официально MOODLE является системой с открытым кодом и формально любой человек может участвовать в ее разработке. На практике, основные разработчики знают друг друга по имени, постоянно общаются и не очень-то доверяют новым участникам

формате были созданы и апробированы многочисленные тесты, позволяющие контролировать знания учащихся по многим дисциплинам. Разработка этих тестов потребовала огромного количества интеллектуального труда, а их применение позволило накопить бесценный опыт проверки знаний с помощью компьютера.

В данных обстоятельствах для реализации современных методов тестирования целесообразно разработать специальную программную оболочку для проведения тестирования и сделать ее максимально совместимой с MOODLE на информационном, методическом и идеологическом уровнях.

Такая оболочка должна:

1. Реализовывать следующие методы тестирования: классическое, адаптивное и многомерное, а также соответствующие методы обработки и представления результатов тестирования

2. Иметь собственную базу данных, хранящую всю информацию, необходимую для проведения тестирования, обработки, представления и анализа его результатов

3. Иметь интерфейс с системой MOODLE позволяющий:

а. Выгружать из MOODLE тесты и всю информацию необходимую для проведения тестирования и анализа его результатов

б. Формировать из выгруженной информации банк тестовых заданий (БТЗ)

с. Загружать в MOODLE результаты тестирований, проведенных в оболочке

4. Иметь методическую подсистему, позволяющую:

а. Выбрать метод тестирования и сформировать из заданий, хранящихся в БТЗ тест, соответствующий поставленной задаче,

б. Оценить соответствие теста и используемой рейтинговой шкалы

5. Иметь подсистему ведения банка тестовых заданий, позволяющую:

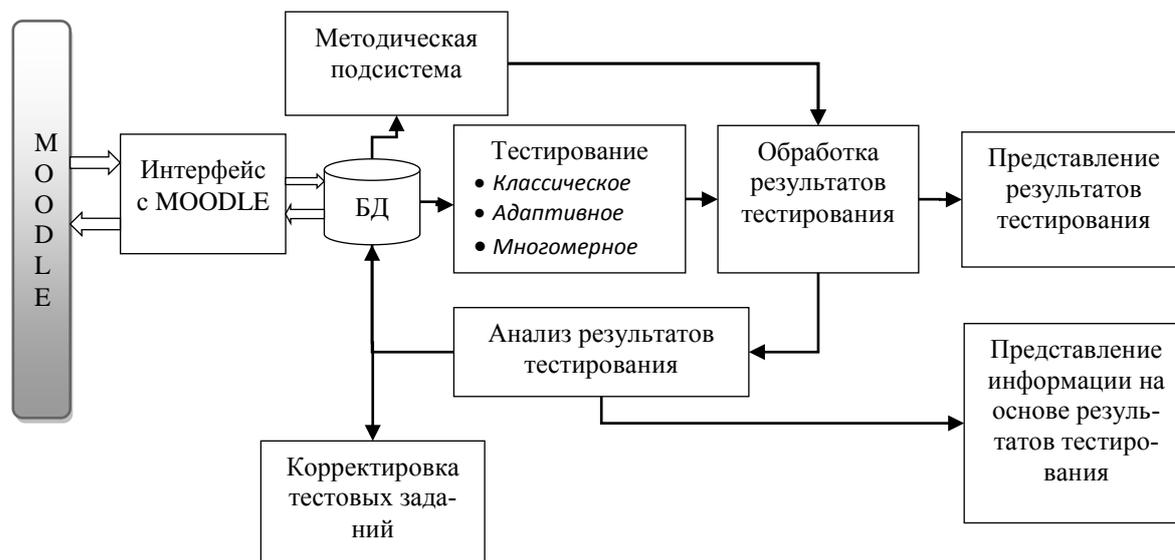
а. Периодически пересчитывать фактические трудности заданий и формировать рекомендации по пополнению БТЗ заданиями требуемой тематики и трудности

б. Выявлять и редактировать некорректные задания

с. Своевременно выявлять факты «взлома» тестов и обеспечивать эффективное противодействие этому.

Структура тестовой оболочки представлена на рисунке.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект № 20-013-00783.).



Структура тестовой оболочки

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Partchev I.* A visual guide to item response theory – Jena : Friedrich-Schiller-Universitat, 2004. 61 p. [Electronic resource]. URL: <https://docplayer.net/20748000-A-visual-guide-to-item-response-theory.html> (date of application: 06.09.2023).
2. *Bezrukov A. I., Akimova S. A.* Моделирование адаптивного теста по результатам классического тестирования. Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2023. Vol. 19. No. 2. [Электронный ресурс]. URL: <http://sitito.cs.msu.ru/index.php/SITITO/article/view/928> (дата обращения: 06.09.2023).
3. *Безруков А. И., Акимова С. А., Погужильская Г. Г.* Имитационная модель для оценки достоверности и точности результатов тестирования // Сб. математическое моделирование и информационные технологии в исследованиях по физике и педагогике. 2017. С. 8-15.
4. *Безруков А. И., Погужильская Г. Г.* Алгоритм визуализации статистики результатов выполнения тестовых заданий, накопленных в системе АСТ // Известия Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова. 2015. № 4 (22). С. 178-188.
5. *Соколова Т. Н., Гусятников В. Н., Безруков А. И., Каюкова И. В.* Методика оценки набора компетенций на основе результатов тестирования // Фундаментальные исследования. 2020. № 12. С. 209-215.
6. *Гусятников В. Н., Соколова Т. Н., Безруков А. И., Каюкова И. В.* Адаптивная модель тестирования нескольких компетенций на основе алгоритма Байеса // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 1. С. 40-46.
7. База данных Moodle LMS 3.9. [Электронный ресурс]. URL: https://moodleschema.zoola.io/tables/quiz_attempts.html (дата обращения: 12.09.2023).
8. Moodle plugins directory: Adaptive Quiz: CAT implementation for Moodle. [Electronic resource]. URL: https://moodle.org/plugins/mod_adaptivequiz (date of application: 12.09.2023).
9. Исследовательский проект “Разработка плагина для адаптивного тестирования на платформе Moodle” OODLEion for чисел наших работости сразу нескольких компетенций за один сеанс тестирования. [Электронный ресурс]. URL: sowa-ru.com/item-work/2019-194/ (дата обращения: 12.09.2023).

СОЗДАНИЕ ТОРГОВОГО РОБОТА НА ОСНОВЕ ТЕХНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Д. Ю. Бобылев

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: denis.bobylev64@yandex.ru

В современном мире развитие информационных технологий влияет на многие сферы. До недавнего времени большая часть сделок с ценными бумагами на бирже совершались трейдерами. Но на торговые решения трейдеров могут влиять психологические факторы. Альтернативой трейдеру могут служить торговые роботы, поскольку они лишены данного недостатка. Данная статья посвящена созданию эффективного торгового робота для торговли акцией банковского сектора – привилегированная акция ПАО «СберБанк». В работе рассматриваются следующие технические инструменты: простая скользящая средняя, экспоненциальная скользящая средняя и осциллятор CCI.

CREATING A TRADING ROBOT BASED ON TECHNICAL ANALYSIS

D. Y. Bobylev

In the modern world, the development of information technology affects many areas. Until recently, most of the transactions with securities on the stock exchange were made by traders. But many psychological factors can influence traders' trading decisions. Trading robots can serve as an alternative to a trader, since they are devoid of this disadvantage.

This article is devoted to the creation of an effective trading robot for trading with a share of the banking sector – a preferred share of SberBank. In this work considers the following technical tools: EMA (exponential moving average), SMA (simple moving average) and CCI oscillator.

Программным обеспечением для создания торговой системы была выбрана платформа TSLab. Для создания торговой системы был использован язык программирования C Sharp.

В техническом анализе были создано множество индикаторов. Одними из наиболее полезных инструментов считаются скользящие средние. Это очень популярный и относительно простой индикатор.

Скользящие средние являются запаздывающими индикаторами и позволяют определить текущий тренд путем сглаживания колебаний цен.

Скользящая средняя является результатом усреднения цены бумаги за выбранный период (n). После расчета итоговое значение отображается на графике в виде кривой линии для возможности рассматривать сглаженные данные, а не фокусироваться на колебаниях цен.

Простая скользящая средняя (SMA), вычисляется путем нахождения среднего арифметического заданного набора значений. Например, чтобы рассчитать простую 10-дневную скользящую среднюю, берется сумма цен закры-

тия за последние 10 дней, а затем делится на 10.



Рис. 1. Пример использования индикатора (SMA)

EMA – разновидность скользящего среднего. В отличие от SMA, лучше отслеживает тренд и быстрее реагирует на изменение цены. Основное отличие в присваиваемых весовых коэффициентах. В SMA все цены периода имеют равный вес. Считается, что последние данные более значительны для оценки актива, поэтому должны иметь большее влияние на конечный результат. В EMA последние цены имеют больший вес, за счёт чего EMA более чувствительно к последним изменениям цен.



Рис. 2. Пример использования индикатора (EMA)

CCI измеряет отклонение цены инструмента от его среднестатистической цены за определенный период времени. Высокое значение индикатора говорит о том, что цена высокая, а низкое — что цена низкая. То есть CCI может использоваться для определения уровней перекупленности и перепроданности. Зона перекупленности, расположенная выше 100, и зона перепроданности, под отметкой -100.

Если индикатор CCI, вырастая, пересекает линию -100 снизу вверх, необходимо открывать лонг. Некоторые используют пересечение индикатора с нулевой линией. Открытие длинной позиции при пересечении снизу вверх.

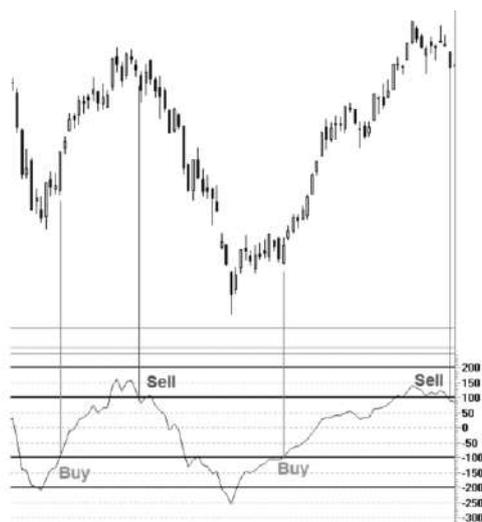


Рис. 3. Пример использования трендового индикатора (CCI)

Целью создания нашей индивидуальной торговой системы является увеличение получаемой прибыли. Прибыль должна превышать доходность по депозиту (чтобы риск, связанный с использованием торгового робота, был оправдан), которая в российских банках составляет порядка 10% годовых.

Создание торгового робота на веб-сервисе TSLab заключается в написании стратегии, которая может автоматически совершать сделки.

Суть робота заключается в том, что робот открывает позицию (длинную, либо короткую) с целью получения максимума прибыли от основного тренда. Для робота не важны краткосрочные ценовые колебания и коррекции. Вместо этого, ему интересен сам основной тренд, который может длиться недели. По этому для тестирования будут взяты таймфреймы день (D) и неделя (W).

Тестирование будет проводиться на исторических данных, выгруженных за период с 01.02.22 по 01.09.23 года.

Для создания торговой системы необходимо для начала загрузить исторические данные котировок акций СберБанка. Исторические данные были взяты с сайта Финам.

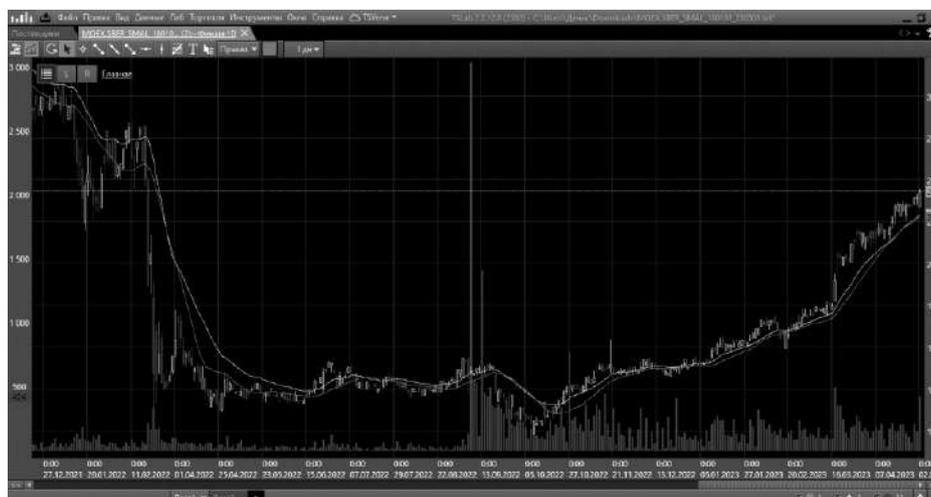


Рис. 4. Использование инструментов на исторических данных

Исходными данными для создания робота были выбраны следующие: начальный капитал - 100 тыс. руб.; объем заявки - 10 лотов; комиссия - 0,06% (комиссия брокера составляет 0,05%, а биржи - 0,01%);

Открытие позиций будет происходить при условии пересечения SMA сверху вниз, а также при условии, что гистограмма CCI будет показывать значения выше нулевого уровня. Закрытие будет происходить при первом откате, что соответствует одному из основных принципов позиционной торговли. А также при пересечении CCI нулевого уровня.

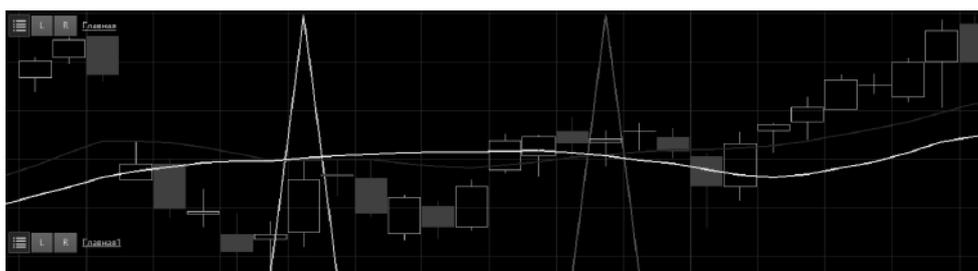


Рис. 5. Пример совершенной сделки

Проводилось тестирование со стандартными значениями. Стандартные значения имели следующие данные, которые показаны на рис. 6:

Имя блока	Параметр	Значение	Мин	Макс	Шаг	Выбрать
CCI	Период	20	10	100	5	<input type="checkbox"/>
EMA	Период	20	10	100	5	<input type="checkbox"/>
SMA	Период	20	10	100	5	<input type="checkbox"/>
ОткрПозиПоРынк	Long		<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
ОткрПозиПоРынк1	Long		<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>

Рис. 6. Стандартные значения

Доходность при таких настройках показана на рис. 7:

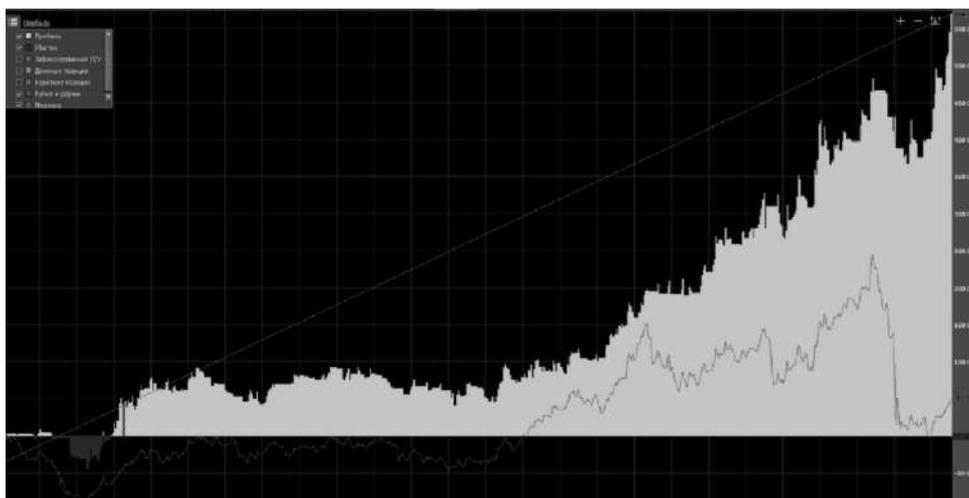


Рис. 7. Доходность при стандартных настройках

Всего за рассматриваемый период было совершено 48 сделок:

Закрото: 48.

Прибыльных: 36.

Убыточных : 12.

Доходность в год: 11,2%.

Доходность, полученная во время эксперимента, превышает ставку по депозиту и может быть увеличена за счет снижения комиссии брокера.

Таким образом, были выявлены оптимальные параметры использования следующих технических инструментов: ЕМА (экспоненциальная скользящая средняя), SMA (простая скользящая средняя) и осциллятор ССІ и создан торговый робот для торговли акциями Сбербанка на языке программирования С Sharp.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иванилова С. В.* Биржевое дело : учеб. пособие для бакалавров. 3-е изд. Москва : Дашков и К, Ай Пи Эр Медиа, 2021. 222 с.
2. Обследование население по проблемам занятости. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tslab.pro> (дата обращения: 05.05.2023).

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Ю. С. Волкова

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: lyulya04@mail.ru

В статье рассматривается эффективность внедрения цифровых технологий в нефтегазовую промышленность. В современном мире цифровая трансформация становится все более неотъемлемой частью развития различных отраслей, включая нефтегазовую. Статья концентрируется на основных выгодах цифровой трансформации для нефтегазовой отрасли, включая оптимизацию процессов добычи, обработки и транспортировки нефти и газа. Внедрение современных технологий, таких как автоматизация, искусственный интеллект, интернет вещей и аналитика данных, может существенно повысить эффективность операций и надежность деятельности компаний. Рассматриваются цифровые проекты нефтегазовых компаний, оценивается их экономическая эффективность. Статья приводит примеры успешного применения цифровых технологий.

THE EFFECTIVENESS OF DIGITAL TRANSFORMATION IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

Y. S. Volkova

The article discusses the importance and advantages of introducing digital technologies into the oil and gas industry. In the modern world, digital transformation is becoming an increasingly integral part of the development of various industries, including oil and gas. The article discusses the main advantages of digital transformation for the oil and gas industry, including optimization of the processes of production, processing and transportation of oil and gas. The introduction of modern technologies, such as automation, artificial intelligence, Internet of things and data analytics, can significantly increase the efficiency and reliability of companies. Digital projects of oil and gas companies are considered and their economic efficiency is assessed. The article provides examples of the successful use of digital technologies.

В последние десятилетия искусственный интеллект (ИИ) стал одной из наиболее активно развивающихся и применяемых технологий во многих отраслях промышленности. Внедрение искусственного интеллекта в различные отрасли экономики приводит к существенным изменениям в бизнес-процессах компаний и открывает новые перспективы развития. В нефтегазовой отрасли ИИ сыграл также значительную роль, превратившись в мощный инструмент, который применяется на каждом этапе деятельности нефтедобывающих компаний – от разведки и добычи нефти и газа, до транспортировки и реализации продукции. Что особенно ценно в условиях высокой геополитической неопределенности [1]. В России, как показывает практика, на государственном уровне

уделяется значительное внимание воплощению потенциала ИИ на благо российского общества.

Целью данной статьи является обзор возможностей искусственного интеллекта и нейронных сетей в нефтегазовой отрасли, которые уже используются и будут совершенствоваться в дальнейшем, а также оценка эффективности предприятий с точки зрения экономики.

Искусственный интеллект – это технология, которая предполагает машинную обработку информации из окружающей среды и последующее ее использование для достижения желаемого результата [2]. Самый распространенный метод, основанный на искусственном интеллекте – искусственные нейронные сети (ИНС). Чтобы дать определение этому понятию, сначала отметим, что искусственные нейроны – это простые алгоритмы, имитирующие биологические клетки мозга, в том смысле что отдельные нейроны (биологические или искусственные) получают данные от многих других, выполняют некоторые вычисления и выводят единственный сигнал. Соответственно, **искусственная нейронная сеть** – это совокупность искусственных нейронов, организованных так, что они обмениваются информацией друг с другом [2]. Исходные данные (например, модели недр земли) подаются в искусственную нейронную сеть, которая определенным образом обрабатывает их с целью получения некоторого желаемого результата (например, для получения информации о наличии нефти). ИИ играет немаловажную роль в нефтегазовой отрасли – от интерпретации геологических данных до начала фактической добычи углеводородов. Его участие приводит к снижению издержек и повышению эффективности производства.

В настоящее время технологии ИИ внедряются повсеместно. Согласно исследованию аналитического агентства TAdviser, Huawei и технологической компании «Техносерв», машинное обучение использовалось в 68% ведущих сегментов крупных и средних предприятий в России на конец 2020 года. российских компаний крупного и верхнего сегмента среднего бизнеса; в 2022–2023 годах это число увеличилось до 92% [3] (тенденция справедлива для разных отраслей экономики, включая сферу производства, торговли, финансовых и нефинансовых услуг [4]). Это связано с тем, что использование цифровых технологий в промышленности открывает новые возможности в производстве продукции, в управлении предприятиями и создании цифровых двойников предприятий, разработке программ автоматизации и контроле параметров производственных процессов, применения и создания новых видов продукции, проектировании нового промышленного оборудования на основе использования компьютерных технологий (таких как AutoCAD и Компас), что позволяет предприятиям быстро реагировать на меняющиеся запросы рынка, разрабатывать продукцию с учетом индивидуальных требований потребителей, снижать затраты и оптимизировать производство, а также повышать качество продукции [5].

Рассмотрим некоторые текущие возможности цифровых технологий в нефтегазовой отрасли (см. таблицу). Во-первых, искусственные нейронные сети

применяются в интерпретации данных, что позволяет прогнозировать различные параметры: нефтяные и газовые запасы, геофизические параметры (пористость, эффективная толщина пласта и др.). Благодаря внедрению нейронных сетей снижается себестоимость осуществляемых исследований, повышается качество геологической оценки и облегчается стратиграфия недр земли. Во-вторых, стоит отметить технологическое и экономическое значение цифрового двойника скважины – виртуального прототипа реального объекта, модели процесса эксплуатации и образа будущего перспективного интеллектуального месторождения. Цифровой двойник скважины позволяет персоналу выявлять и предупреждать на ранней стадии осложнения при бурении и эксплуатации, и обеспечивает достижение оптимальной производительности скважины. Цифровой двойник скважины позволяет усовершенствовать процессы бурения, эксплуатации и проведения регламентных работ, иными словами, весь жизненный цикл реальной скважины [6]. Еще одна цифровая инновация, применяемая в нефтедобывающих предприятиях, - цифровые системы мониторинга на основе искусственного интеллекта, которые непрерывно анализируют данные с сенсоров и камер, чтобы выявлять потенциальные проблемы и предсказывать отказы оборудования. Например, транснациональная нефтегазовая компания «BritishPetroleumCompany» (BP) успешно внедрила такие системы, что позволяет снижать риски и увеличивать эффективность эксплуатации [7]. Также в нефтегазовой отрасли в настоящее время активно применяются цифровые приборы для поиска нефти на беспилотных летательных аппаратах, оснащенные лидарами – «лазерными радарными», датчиками электромагнитного поля и камерами [8]. Они позволяют осуществлять комплекс мероприятий по обнаружению, локализации, оценке запасов и подготовке к добыче углеводородов. Одна из ключевых задач, которую могут решать системы на основе ИИ – это недопущение аварийных ситуаций и сбоев в производственных процессах. Хорошим примером является компания AkerSolutions, которая внедрила для мониторинга данных систему наземного и подводного оборудования SparkCognition. Она может прогнозировать вероятные неисправности и принятие мер по их предотвращению. Таким образом, основные блоки, в которых ИИ востребован – это геологоразведка, добыча и стратегическое планирование.

Затраты на добычу барреля нефти и газа весьма велики. В себестоимость добычи включается ряд показателей, рассмотрим наиболее дорогостоящие. Сейсморазведка участка составляет порядка 500 млн рублей, геофизические исследования скважин на месторождении – свыше 300 млн рублей, строительство высокотехнологичной скважины – около 1 млрд. рублей, при этом на одном месторождении могут находиться до 10 000 скважин, геолого-технические мероприятия на скважине – свыше 300 млн рублей [9]. Все внедренные цифровые технологии главным образом помогают снизить издержки, предотвратить незапланированные расходы, сэкономить денежные средства (например, находя новые запасы нефти на уже разработанных месторождениях), а также получить больше выручки. Общую экономическую эффективность от внедрения ИИ для

отрасли в России Министерство Энергетики оценивает в 700 млрд. руб. Также они ожидают суммарный эффект в 2025-2040 годах в размере 5,4 трлн. руб. для отрасли и государства [10].

Направления цифровизации нефтегазовых компаний [11]

Название направления	Описание
Удаленное обслуживание	Искусственный интеллект, машинное обучение, аналитика данных, облачные вычисления и интернет вещей снижают необходимость обслуживания
Сейсмическая визуализация	Обработка 3D изображений с помощью ИИ ускоряет данный процесс в 10-100 раз
Прецизионное бурение	Использование машинного обучения и ИИ для управления своим буровым оборудованием
Снижение коррозии на НПЗ	Мониторинг всего НПЗ в режиме реального времени с помощью датчиков интернета вещей (IoT)
Оптимизация логистического маршрута	ИИ и интернет вещей могут сократить расходы на услуги транспортных средств доставки на 20% и затраты на материалы на 2%
Роботизированное бурение	Расширенная аналитика может повысить производительность бурения (сокращение затрат до 20%)
Оптимизация производительности поля	Цифровые двойники сокращают время поиска информации на 30%, обмена данными на 70% и повышают эффективность согласования документов на 25%
Диагностическое обслуживание	Технология профилактического обслуживания используется для незапланированных простоев, может сократить время простоя на 20%
Мониторинг трубопровода	Мониторинг утечек с помощью интернета вещей (IoT)
Подключенные работники	Оснащение сотрудников личными цифровыми устройствами, помогающими в работе (увеличение продуктивности на 15%)

В настоящее время ведущие отечественные нефтедобывающие компании постоянно внедряют цифровизацию:

- ЛУКОЙЛ: Цифровое развитие компании происходит в соответствии с «Информационной стратегией Группы «ЛУКОЙЛ» до 2030 года, включающую следующие программы: цифровые двойники, экосистема, цифровой персонал и роботизация [12];
- ОАО «Газпром нефть». Политика цифровой трансформации происхо-

дитво всех процессах компании – от геологических изысканий до реализации продукции. В 2019 году «Газпром нефть» внедрила более 150 новых программ на основе цифровых технологий [13];

- ОАО «ТАТНЕФТЬ». В компании ИИ охватывает ключевые процессы: поиск, сбор, накопление и обработку поступившей геолого-технологической информации, создание и обновление геологических и геолого-гидродинамических моделей, принятие решений о выборе оптимальных геолого-технических мероприятий (ГТМ) и их реализации [14];

- Комплексный план цифровизации компании является составной частью стратегии «Роснефть-2022», утвержденной в 2017 году. План включает такие программы, как: «цифровое месторождение», «цифровая АЗС», «цифровая цепочка поставок», «цифровой завод». Уже 97% всех буровых установок «Роснефти» оснащены ИИ, который позволяет регулировать и корректировать буровые операции [15].

Российская транснациональная компания «Газпром нефть» – одна из ведущих нефтегазовых компаний, технологический лидер нефтегазового рынка. Задачи разработки месторождений в этой компании доверены ИИ. Он выполняет рутинные для экспертов расчёты, и на основе 3D-моделей предлагает оптимальное решение для новых и уже существующих скважин. Как показывают исследования, предложенные варианты искусственного интеллекта на 20-30 % эффективнее решений, принятых специалистами: благодаря цифровым технологиям в 2020 году экономия электроэнергии в блоке разведки и добычи составила 285 млн. квт*ч [16].

На примере технологического лидера российского рынка «Газпром нефть» рассмотрим ключевые внедренные программы на основе искусственного интеллекта и их экономическую эффективность.

Одним из ярких примеров является проект «Цифровая нефть». Эта программа способна найти скрытые залежи углеводородов путем цифровой обработки геологических данных, определить возможное расположение новых залежей углеводородов на уже разрабатываемых месторождениях и предсказать новые перспективные зоны для поиска нефтяных пластов. Дополнительная добыча нефти в 2 раза выше на скважину благодаря данному проекту. В 2019 году «Газпром нефть» впервые добыл нефть, найденную ИИ на Вынгапуровском месторождении в Ямало-Ненецком автономном округе. Летом 2023 года компания «Газпром нефть» сообщила, что нейросеть обнаружила новые залежи углеводородов в Ханты-Мансийском автономном округе и в Томской области, на Вахском месторождении [17]. «Цифровая нефть» на 50 % сокращает потери и на 15 % – операционные затраты.

Проект «Когнитивный геолог» создает точные цифровые модели нефтяных месторождений, которые по своим размерам могут превосходить несколько сотен тысяч километров. Программа обрабатывает исходную информацию и выдает окончательные результаты, которые можно использовать для выработки рекомендаций о необходимости проведения дальнейших исследований. Благо-

даря «Когнитивному геологу» время, затрачиваемое на интерпретацию геологических данных, сокращается примерно в пять-шесть раз. Анализ данных становится на 30% точнее, это более 5-6 млрд. рублей ежегодного эффекта на этапе геологоразведки.

Основываясь на 3-D моделировании, проект «Оптима» помогает эффективно рассчитать несколько тысяч сценариев разработки нефтяных месторождений, оценить каждый из них, позволяет выбрать оптимальную геометрию для размещения новых скважин и наилучший режим работы для существующих скважин. Экономический эффект этой программы «Газпром нефть» оценивает в 500 млн. рублей.

Самообучающаяся программа «Цифровое бурение» контролирует траекторию и точность бурения в реальном времени. Благодаря этой технологии компания снижает расходы на 1 млрд. рублей.

Таким образом, цифровая трансформация на базе искусственного интеллекта модернизирует нефтегазовую отрасль. Цифровые технологии не только оптимизируют напрямую основные бизнес-процессы добывающих предприятий, но и становятся источником дополнительного дохода, экономии денежных средств, способствуют сокращению неплановых затрат. Внедрение искусственного интеллекта в производство предприятия может сократить время обработки информации до шести раз, извлечь до 30% больше полезной информации из имеющихся данных, снизить финансовые потери до 50% и операционные затраты примерно на четверть. На примере ОАО «Газпром нефть» можно заметить, что эффект от оптимизации производственных процессов составляет несколько миллиардов рублей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Коробов А. А.* Геополитическая неопределенность и ее влияние на глобальные товарно-сырьевые рынки // Среднерусский вестник общественных наук. 2019. Т. 14. № 3. С. 175-192.
2. *Носова С. С.* Искусственный интеллект и экономика : учебник. Москва : КноРус, 2023. 399 с.
3. «Техносерв», Huawei и TAdviser: подходы крупного российского бизнеса к использованию искусственного интеллекта // Huawei. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.huawei.ru/news/tekhnoserv-huawei-i-tadviser-izuchili-podkhody-krupnogo-rossiyskogo-biznesa-k-ispolzovaniyu-iskusstvt/> (дата обращения: 27.10.2023).
4. *Коробов Е. А., Семернина Ю. В., Усманова А. С., Одинокова К. А.* Роботизированное формирование инвестиционного портфеля на российском облигационном рынке на основе модифицированной стратегии скольжения по кривой доходности // Бизнес-информатика. 2021. Т. 15. № 4. С. 7-21.
5. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_335184/1f32224a00901db9cf44793e9a5e35567a4212c7/ (дата обращения: 09.10.2023).
6. *Насибулин М. М.* Топливо-энергетический комплекс России: цифровизация. Neftegaz.RU. 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://magazine.neftegaz.ru/upload/iblock/59c/59ce2d2f0ca1e25d1f29c1daadebb2c4.pdf> (Дата обращения: 11.09.2023).

7. Статистический обзор мировой энергетики. 2022. 71-е издание. ВР. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf> (дата обращения: 28.09.2023).
8. Беспилотник для нефти: как устроен БПЛА для поиска нефти // Онлайн-журнал об энергетике [Электронный ресурс]. URL: <https://e-plus.media/technologies/lidary-gravimetry-i-magnitrometry-mozhno-li-najti-neft-s-pomoshhyu-obychnogo-drona-2/> (дата обращения: 28.10.2023).
9. Руднева Л. Н. Резервы снижения стоимости строительства нефтяных и газовых скважин: учеб. пособие / Тюмень : ТюмГНГУ, 2012. 72 с.
10. Суммарный эффект от цифровой трансформации // Министерство Энергетики РФ [Электронный ресурс]. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/19270> (дата обращения: 29.10.2023).
11. Коротеев Д. Искусственный интеллект в добыче нефти и газа: тенденции, вызовы и сценарии на будущее // Энергетика и ИИ. 2021. № 3. С. 10.
12. Программа цифрового развития. ЛУКОЙЛ. [Электронный ресурс]. URL: <https://rspp.ru/download/5d98ecd640ba91a9773cd68f729ed6c1/> (дата обращения: 29.10.2023).
13. Совет директоров Газпром нефти оценил экономический эффект // Neftgaz.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://neftgaz.ru/news/tsifrovizatsiya/624522-sovet-direktorov-gazprom-nefti-otsenil-ekonomicheskiy-effekt-tsifrovoy-transformatsii-biznesa/> (дата обращения: 29.10.2023).
14. Цифровое развитие. ТАТНЕФТ. [Электронный ресурс]. URL: <https://tncr.tatneft.ru/tsifrovaya-transformatsiya/razvedka-i-dobicha?lang=ru> (дата обращения: 29.10.2023).
15. Паспорт программы инновационного развития АО «НК «РОСНЕФТЬ». [Электронный ресурс]. URL: <https://rspp.ru/download/5d98ecd640ba91a9773cd68f729ed6c1/> (дата обращения: 29.10.2023).
16. Энергосбережение и энергоэффективность. Официальный сайт Газпром нефть. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gazprom-neft.ru/social/energy-efficiency/> (дата обращения: 29.10.2023).
17. Нейросеть «Газпром нефти» нашла новые запасы нефти в ХМАО и Томской области. Официальный сайт Газпром нефть. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/neyroset-gazprom-nefti-nashla-novye-zapasy-nefti-v-khmao-i-tomskoy-oblasti/> (дата обращения: 29.10.2023).

ФИНАНСОВАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ НАЛОГОВЫХ ВЫЧЕТОВ

А. С. Величко¹, В. В. Бухтояров²

¹Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

²Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, Россия

E-mail: vandre@dvo.ru

В работе рассматривается математическая модель финансовой оптимизации налоговых вычетов во времени на примере налога на доходы физических лиц. В качестве критерия минимизируемого риска выбирается модуль отклонения суммы предъявляемых в данной налоговой период расходов от нормативно установленного значения по данному типу вычета. Предложенный способ позволяет найти оптимальный набор сумм возмещаемых расходов, чтобы в совокупности они составляли максимально близкую к максимально возможной величине налогового вычета.

FINANCIAL OPTIMIZATION OF TAX DEDUCTIONS

A. S. Velichko, V. V. Bukhtoyarov

The paper examines a mathematical model of financial optimization of tax deductions over time using the example of personal income tax. As a criterion for minimizing risk the deviation module of the amount of expenses claimed in each tax period from the normatively established value for this type of deduction is selected. The proposed method allows you to find the optimal set of amounts of reimbursable expenses, so that in total they are as close as possible to the maximum possible tax deduction.

Введение. Налоговым кодексом РФ предусмотрены разнообразные экономические механизмы развития бизнеса и поддержки граждан в определенных сферах деятельности, на стратегически важных для развития страны территориях и для стимулирования расходов домохозяйств, в том числе на некоторые виды услуг. В данной работе рассматривается такой макроэкономический инструмент налоговой политики для домохозяйств, как налоговые вычеты по налогу на доходы физических лиц (НДФЛ) [1]. Этот тип вычета выполняет важную социально-экономическую задачу стимулирования спроса домохозяйств на определенные виды услуг, приобретение имущества и др. со стороны граждан, являющихся налоговыми резидентами России.

Статьями 218-221 части второй налогового кодекса Российской Федерации ФЗ-117 от 05.08.2000 предусмотрено 6 групп налоговых вычетов:

1. стандартные налоговые вычеты для льготных категорий граждан, а также лиц, на обеспечении которых находятся дети (ст. 218),

2. социальные налоговые вычеты для лиц, которые несли расходы на лечение, обучение, физкультурно-оздоровительные услуги, на дополнительные

меры по пенсионному обеспечению и на другие социально значимые цели (ст. 219),

3. инвестиционные налоговые вычеты для лиц, совершающих операции по индивидуальным инвестиционным счетам и получающих доходы от реализации ценных бумаг, обращающихся на ОРЦБ (ст. 219.1),

4. имущественные налоговые вычеты при приобретении жилья и земельных участков, при продаже некоторых видов имущества, а также в случае изъятия у налогоплательщика недвижимости для государственных или муниципальных нужд (ст. 220),

5. профессиональные налоговые вычеты для лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность в качестве ИП, оказывающих услуги и выполняющих работы по договорам ГПХ, а также получающих авторские вознаграждения (ст. 221),

6. налоговые вычеты при переносе на будущие периоды убытков от операций с ценными бумагами и операций с производными финансовыми инструментами (ст. 220.1), от участия в инвестиционном товариществе (ст. 220.2).

Налоговым кодексом предусмотрено 5 видов социальных налоговых вычетов по расходам на:

1. благотворительность,
2. обучение,
3. лечение и приобретение медикаментов,
4. негосударственное пенсионное обеспечение, добровольное пенсионное страхование и добровольное страхование жизни, накопительную часть трудовой пенсии,
5. физкультурно-оздоровительные услуги.

Одним из способов получения социального налогового вычета является возврат части ранее уплаченного НДФЛ. По окончании года, в котором возникло право на вычет, представить в налоговый орган по месту жительства налоговую декларацию по налогу на доходы физических лиц формы 3-НДФЛ с приложением подтверждающих документов.

Однако, существуют ограничения по получению социального налогового вычета: реализовать такое право необходимо не позднее 3 лет с момента уплаты НДФЛ за налоговый период, когда им были произведены социальные расходы, и установлено ограничение сверху на получение социальных налоговых вычетов, так что в совокупности этот вычет не может превысить 120 тыс. руб. за год.

Налогоплательщик самостоятельно выбирает, какие виды расходов и в каких суммах учитываются в пределах вышеуказанной максимальной величины социального налогового вычета. Такой выбор для граждан предоставляет возможность финансовой оптимизации: для социальных налоговых вычетов необходимо выбрать такие суммы из набора расходов, чтобы в совокупности они были максимально близки к 120 тыс. руб. за год. Налогоплательщику невыгодно отклоняться в перечне своих расходов от данной суммы. С одной сто-

роны, превышение предъявляемых к возврату расходов не будет зачтено со стороны налоговых органов. С другой стороны, меньшая, чем 120 тыс. руб., совокупная сумма расходов, предъявляемая к возврату, приведет к недополучению максимальной суммы вычета и возможной потере такого вычета в будущих периодах, если расходы по ним были произведены более двух лет назад.

Большое количество небольших сумм расходов, произведенных в разных компаниях, усложняет задачу выбора оптимального перечня расходов, предъявляемых налогоплательщиком к возврату.

Математическая модель. Пусть имеются n сумм расходов b_i , которые налогоплательщик потенциально может выбрать в данном году для получения социальных вычетов по ним, это могут быть расходы как за прошлый налоговый период, так и за предшествовавшие 2 года, если по ним ещё не производился налоговый вычет.

Определим неизвестные величины x_i так что $x_i = 1$, если i -ая сумма расходов b_i включена в декларацию налогового периода, $x_i = 0$ в противном случае. Обозначим $G = 120$ за максимальную сумму вычета в налоговом периоде.

Тогда $\sum_i b_i x_i$ – сумма расходов, включаемая в налоговую декларацию для получения вычета. Определим отклонение данной суммы расходов от нормативной суммы G как $v = |\sum_i b_i x_i - G|$.

Задача целочисленной оптимизации будет иметь вид:

$$\min \left| \sum_i b_i x_i - G \right|. \quad 1)$$

Налогоплательщик может учитывать дополнительные ограничения, что сумма расходов, предъявленных к возврату, или должна превысить величину G , поскольку иначе сумма полученного вычета будет меньше G , или наоборот потребовать выполнения условия $\sum_i b_i x_i \leq G$, чтобы попробовать учесть часть расходов в последующих периодах.

Модель может быть расширена в направлении учета нескольких лет планирования. Если сумма расходов потенциально превышает $2G$, тогда можно решать задачу планирования налоговых вычетов за данный и следующий год. В этом случае задача примет вид

$$\min \sum_t \left| \sum_i a_i x_{it} - G \right|. \quad 2)$$

Здесь a_i – суммы расходов, которые налогоплательщик потенциально может выбрать для получения вычета в данных налоговых периодах, $x_{it}=1$, если i -ая сумма расходов a_i включена в декларацию налогового периода t , и $x_{it}=0$ в противном случае, $t = 1, 2$.

Следует также учесть ограничения

$$\sum_t x_{it} = 1 \quad 3)$$

для каждого $i = 1, \dots, n$, что означает, что сумма расходов a_i может быть предъявлена к возврату только в одном году. Очевидно, модель расширяется и на случай трехлетнего периода планирования вперед.

Возможны дополнительные условия задачи - требование как можно меньшего числа ненулевых значений выбираемых величин расходов, включаемых в налоговую декларацию, и снижение числа компаний, у которых производились данные расходы. Выполнение этих условий потребует меньшего от налогоплательщика количества времени на оформление подтверждаемых документов.

С точки зрения теории оптимизации задачи (1) и (2) являются задачами целочисленного программирования с нелинейной недифференцируемой целевой функцией из-за наличия функции взятия абсолютной величины (модуля), и существующими методами целочисленной оптимизации напрямую решены быть не могут. Однако, такую задачу можно упростить, преобразовав её к задаче смешанно-целочисленного линейного программирования (mixed-integer linear programming, MILP) [2].

Для целевой функции (2) обозначим $v_t = |\sum_i a_i x_{it} - G|$, тогда из определения функции абсолютной величины (модуля) следует, что

$$v_t \geq \sum_i a_i x_{it} - G, \quad (4)$$

$$v_t \geq -\sum_i a_i x_{it} + G. \quad (5)$$

Оптимизируемая функция (2) примет вид

$$\min \sum_t v_t. \quad (6)$$

Задача (3)-(6) корректно поставлена и имеет непустое допустимое решение. Таким образом, мы имеем линейную по целевой функции и по ограничениям задачу с целочисленными переменными x_{it} , в которой неизвестные v_t - вещественные числа.

Преобразование более простой функции (1) и получение соответствующей задачи смешанно-целочисленного линейного программирования проводится аналогично, ограничений типа (3) в ней не будет.

Программную реализацию методов решения для данного класса задач можно, например, найти в свободно распространяемом пакете научных вычислений SciPy [3]. Это одна из первых библиотек языка python, знакомство с которой начинается у специалистов в области data science: она содержит большой набор функций для научных вычислений, в том числе имеет инструменты для решения оптимизационных задач, находящихся в модуле optimize. Начиная с версии 1.9.0, появилась возможность решения задачи смешанно-целочисленного линейного программирования с помощью функции milp и linprog [4]. В качестве солвера для таких задач по умолчанию используется HiGHS (high performance serial and parallel software for solving large-scale sparse

linear programming (LP), mixed-integer programming (MIP) and quadratic programming (QP) models, developed in C++, with interfaces to C, C#, FORTRAN, Julia and Python) - в нём реализованы симплекс метод (highs-ds) и метод внутренней точки (highs-ipm). При запуске решения по умолчанию выбирается один из методов, присутствует возможность задать нужный метод.

Численный пример. Предположим, что в налоговом периоде были понесены расходы в размере 1, 3, 5, 8, 13, 14, 19, 20, 23, 24 тыс. рублей, в сумме составляющие 130 тыс. руб. Невозможно выбрать такие суммы расходов, чтобы они в точности составляли 120 тыс. руб.

Ближайшей суммой расходов, не превышающей 120 тыс. руб., будет например набор расходов 1, 5, 13, 14, 19, 20, 23, 24, в сумме составляющий 119 тыс. руб. Расходы 3, 5, 13, 14, 19, 20, 23, 24 составляют 121 тыс. руб., что в наименьшей степени отклоняется от 120 тыс. сверху. Однако, это не единственный способ выбора – возможен набор расходов 8, 13, 14, 19, 20, 23, 24 тыс. руб. Налоговому агенту выгоден последний способ выбора набора расходов, поскольку сумм расходов всего 7, а не 8, что потребует меньшего количества времени на оформление подтверждаемых документов, однако, это требует задания дополнительного условия в задаче, чтобы минимизировалось количество ненулевых неизвестных. Целочисленный характер задачи демонстрирует нетривиальность и возможную неединственность получаемых решений задачи. Большое количество небольших сумм расходов усложняет получение решения без использования методов оптимизации.

Выводы. Предложенный способ финансовой оптимизации расходов для получения социальных налоговых вычетов позволяет рассчитать оптимальный временной профиль предъявляемых к возврату расходов. В развитие работы возможно учесть и другие виды налоговых вычетов, в том числе применяемые для бизнеса. Работа может быть использована домохозяйствами при планировании личных финансов, агентствами по подготовке налоговых деклараций. В настоящее время разрабатывается соответствующий программный модуль для инструментального комплекса поддержки принятия решений.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России, проект № 075-15-2022-1143 «Передовые инженерные Школы».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крохмаль Д. Д. Налоговые вычеты по НДФЛ как инструмент решения социальных проблем государства // *Налоги и налогообложение*. 2021. № 6. С. 44-59.
2. Bragin M. A. Survey on Lagrangian relaxation for MILP: importance, challenges, historical review, recent advancements, and opportunities // *Ann Oper Res*. 2023. [Electronic resource]. URL: <https://doi.org/10.1007/s10479-023-05499-9> (date of application: 15.09.2023).
3. Virtanen P., Gommers R., et al. SciPy 1.0: Fundamental Algorithms for Scientific Computing in Python // *Nature Methods*. 2020. Vol. 17. No. 3. P. 261-272.
4. SciPy. Fundamental algorithms for scientific computing in Python. [Electronic resource]. URL: <https://scipy.org/> (date of application: 20.09.2023).

ПРИМЕНИМОСТЬ ИРАНСКОГО СЦЕНАРИЯ К РАЗВИТИЮ РОССИЙСКОГО ФОНДОВОГО РЫНКА

Р. А. Гамидов

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: sensei2432@mail.ru

В статье проанализировано влияние санкций на Иранскую экономику, рассмотрены последствия нефтяного эмбарго. Были исследованы причины роста иранского фондового рынка и разобрана возможность спекулятивного краткосрочного роста. Проанализированы особенности Российского фондового рынка и возможность применения Иранской модели развития фондового рынка для Российской Федерации в условиях санкционного давления. Предложены способы стимулирования фондового рынка РФ. Сделаны выводы о невозможности полного повторения Иранской модели в РФ в нынешней экономической ситуации

APPLICABILITY OF THE IRANIAN SCENARIO TO THE DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN STOCK MARKET

R. A. Gamidov

The article analyzes the impact of sanctions on the Iranian economy and examines the consequences of the oil embargo. The reasons for the growth of the Iranian stock market were examined and the possibility of speculative short-term growth was examined. The features of the Russian stock market and the possibility of applying the Iranian model of stock market development for the Russian Federation under conditions of sanctions pressure are analyzed. Methods for stimulating the Russian stock market are proposed. Conclusions are drawn about the impossibility of completely repeating the Iranian model in the Russian Federation in the current economic situation.

Введение. *Цели исследования:* рассмотреть влияние санкций на иранскую фондовую биржу и проанализировать возможность применения Иранской модели развития фондового рынка для Российской Федерации в условиях санкционного давления.

В 2022 году на РФ наложили больше санкций, чем на Иран за последние 40 лет. Санкции на Иран были наложены более 40 лет назад из-за Исламской революции [1]. Экономика Ирана за долгий период относительно адаптировалась к санкциям, но в 2018 году в момент расторжения «Ядерной сделки» на Иран был наложен новый пакет санкций. Большое количество санкций, нефтяное эмбарго, блокировка золотовалютных резервов страны, уход иностранных компаний с рынка и отключение от SWIFT сильно повлияли на экономику Ирана. Это привело к 5-кратному падению объемов экспорта нефти, до 500 тыс. баррелей в сутки (рис 1) – что не могло не отразиться на динамике мирового рынка нефти [2], а в денежном выражении, по экспертным заключениям, Иран-

ская экономика потеряла с 2018 года по 2021 год около 1 трлн. долларов, в том числе от нефтяной блокады более 100 млрд. долларов [3]. Иран является одной из самых развитых стран в западной Азии, занимает второе место по запасам нефти, после Саудовской Аравии, и до 2012 года экспортировала более 2 млн. баррелей нефти в сутки, что в денежном выражении составляло около 80% всего экспорта страны [4], но из-за двухкратного падения экспорта нефти в 2013 году и повторного сильного падения в конце 2018 года с 2012 по 2020 годы ВВП Ирана в долларовом выражении упал более чем на 70% до 239.74 млрд. долларов (рис. 2) [5].

Совокупное влияние нефтяного эмбарго и Covid-19 привели к сильно отрицательному сальдо торгового баланса. Такое состояние торгового баланса повлекло девальвацию национальной валюты, иранского риала. На 22.10.2023 официальный курс составляет 42000 риалов за 1 доллар [6] (этот курс используется для импорта наиболее значимых товаров), но реальный обменный курс около 300 тысяч риалов за один доллар [7]. Масштабы девальвации представлены на рис. 3. Согласно графику, до 2013 года курс не превышал значений в 12000 риалов за доллар. Следовательно, средняя заработная плата в Иране составляет 30 млн. риалов, что по «реальному курсу» равняется 100 долларам [8].

Девальвация риала в совокупности с разрывом торговых связей с западом и ростом денежной массы для финансирования госрасходов привели к высоким темпам инфляции. В некоторые годы уровень инфляции был свыше 40% (рис. 4) [9].

Рост фондового рынка Ирана. Ограничение инвестиций в иностранные активы, высокие темпы инфляции и низкие ставки по вкладам привели к тому, что фондовый рынок стал единственным способом сохранения средств граждан и компаний.

Первая торговая площадка Ирана, биржа TSE, была создана в 1967 году. Первое время иранские граждане мало инвестировали в фондовый рынок, но из-за девальвации и инфляции на рынок приходило всё больше участников. Кроме того, при президенте Махмуде Ахмадинежаде были розданы «акции справедливости» малоимущим, по которым было право только получать дивиденды, но в 2020 году стало возможным ими торговать, что также подстегнуло рынок к росту [10].

Основной иранский индекс TEDPIX – это взвешенная рыночная стоимость всех цен на акции на TSE. На тегеранской бирже представлены акции, облигации, ETF, фьючерсы и опционы. На данный момент на тегеранской бирже размещено более 700 эмитентов (на Московской для сравнения около 300). Около 65% рыночной капитализации тегеранской биржи приходится на долю 30 компаний, а на Московской на первую пятерку, но дневной оборот в пересчете на доллары на ММВБ сильно больше. Исторически капитализация рынков в стране составляла 25% ВВП, а к 2021 году уже около 80%. С 2018 года индекс вырос в 16 раз, такой рост пришелся в основном на годы с 2018 по 2020 (рис.5) [11], но если за 2020 год рост составил около 240%, то за 2022 – 6%. По

официальному обменному курсу капитализация иранского рынка на 22.10.2023 составляет 1,8 триллиона риалов, против 106 миллиардов в начале 2019 года (рис.6) [12] (больше, чем на московской бирже), но, если пересчитать по свободному курсу, то капитализация выросла с 90 миллиарда до 171 млрд. долларов. За десятилетия под санкциями структура фондового рынка Ирана существенно изменилась. Из-за девальвации наибольшие доли стали иметь экспортно-ориентированные компании из секторов нефтехимии, нефтепереработки и металлургии, которые получают доход в иностранной валюте, а расходы несут в национальной. Банки и телекоммуникационные компании долю потеряли. Отсутствие на бирже нефтедобывающих компаний связано с их национализацией, они сейчас полностью государственные.

Иранские компании не имеют альтернатив для привлечения капитала из-за санкций, поэтому часто используют метод IPO. Выставление правительством акций на торги для экстренного пополнения бюджета и большое количество IPOкомпаний, не ведущих никакой хозяйственной деятельности, привели к спекулятивному пузырю. Из-за таких событий в 2020 году руководство TSE ушло в отставку и индекс TEDPIX значительно упал. К началу 2021 года рынок стабилизировался, но максимальные значения 2020 года так и не были достигнуты. Из-за этого, по мнению многих экспертов, иранский фондовый рынок сильно переоценён, так как при инфляции более 40%, дивидендная доходность – 5%, а P/E = 8. Кроме того, и в 2023 году не все компании, представленные на иранской бирже, растут и развиваются.

Кроме того, в Иране население активно инвестирует: количество частных инвесторов в Иране выросло с 2014 года в 15 раз, в настоящий момент на иранской бирже торгует более 50 миллионов физических лиц [13]. (По данным Мосбиржи только у 26 миллионов частных лиц есть брокерский счет и 2/3 счетов бездействуют) [14].

Иранский рынок растёт из-за ряда причин: 1) Правительство последние 10 лет активно привлекало частных лиц и компании на фондовый рынок, помогало многим компаниям с IPO; 2) Введение санкций и нефтяного эмбарго привели к высоким темпам инфляцией и девальвации в совокупности с низкой доходностью по вкладам; 3) Сокращение для частных лиц и компаний способов вложения капитала; 4) Выход на биржу «компаний-пустышек», возникновение спекулятивного пузыря. В долларовом выражении, в сравнение с другими индексами рост не такой большой (табл.). Иранский рынок продолжает расти, но теперь без скачков и не такими быстрыми темпами, рост будет поступательным.

Возможность повторения Иранской модели на Российском рынке

В 2023 году индекс Мосбиржи (IMOEX) вырос более чем на 40% (рис. 7) [15], рубль обесценился на 34% по отношению к доллару, количество физических лиц на рынке увеличивается, девальвация и инфляция сохраняют темпы. Кроме того, крупнейшие игроки на Иранском рынке чем-то похожи на российских. В России 50% рынка составляет добыча и переработка сырья, а остальная

половина равномерно распределена между секторами, что схоже с иранским рынком, но рост на российском рынке, в первую очередь, обусловлен не темпами инфляции и девальвации, а отложенным ростом.

В 2022 году из-за политических событий фондовый рынок обрушился с 3600 пунктов до 2000 пунктов (рис. 7). Кроме того, многие компании в 2022 году не выплатили дивиденды из-за тяжёлой экономической ситуации и блокировки их иностранных активов, но с начала 2023 года фондовый рынок начал адаптироваться под сложившиеся условия. На рынок пришло больше физических лиц, которые начали инвестировать в основном в российские активы, так как для иностранных требовался статус «квалифицированного инвестора» из-за высокой вероятности их блокировки. Некоторые компании начали вновь выплачивать дивиденды и возвращать прежние позиции. Такое падение в 2022 год обусловлено, прежде всего, политическими событиями, так как с 2021 года выручка и прибыль многих компаний практически не изменилась, а у некоторых выросла.

Если рассматривать национальную экономику, то Россия шире интегрирована в мировую экономику, санкции поддерживают только некоторые западные страны, в то время как остальные, например, Китай и Индия, только наращивают объёмы сотрудничества. У страны есть значительные объёмы денежных резервов (ФНБ, например), инфляция находится на относительно низких уровнях. Полностью повторить иранский сценарий не получится, слишком много различий, но использовать положительные иранский опыт возможно. Регулятор с помощью правильной стратегии действий может привлечь потенциальных частных инвесторов, хранящих более 32 триллионов рублей в наличных и на депозитах [16]. Следовательно, это поможет защитить накопления, а компании получат капитал для дальнейшего развития.

Кроме того, на российском рынке много недочётов, что не способствует притоку средств частных инвесторов на рынок. Это, например, не закончившаяся борьба с манипулированием, не раскрытие/раскрытие информации, не выполнение обязательств компаниями. Такие проблемы российского фондового рынка создают дополнительные риски для частных инвесторов. Можно выделить следующие пути стимулирования Банком России роста фондового рынка РФ : 1) Борьба с недобросовестными практиками; 2) Вовлечение большего количества частных лиц на рынок, например, путём повышения финансовой грамотности населения; 3) Стимулирование компаний привлекать частные инвестиции; 4) Обеспечение выполнения обязательств компаниями.

Заключение. В процессе исследования были получены следующие выводы: санкции повлияли на ухудшение Иранской экономики, главной причинной стало эмбарго на экспорт нефти; Бурный рост на TSE вызван главным образом высокими темпами инфляции, отсутствием альтернативных путей инвестирования и спекулятивными операциями; Повторение Иранской модели в РФ в текущей экономической ситуации вряд ли возможен. Российская экономика отличается от Иранской. Индекс упал из-за политических событий, а текущий

скачок является отложенным ростом 2022 года. Банку России требуется решить нынешние недочёты рынка и найти новые способы привлечения частных инвесторов и инвестиций, чтобы обеспечить стабильный рост фондового рынка.

Доходности фондовых рынков

Индекс	2020	2021	2022	2023
TEDPIX	+227%	+11,7%	+6%	+43%
IMOEX	+8%	+15%	-43%	+46%
S&P 500	+16%	+27%	-20%	+16%
NASDAQ 100	+48%	+26%	-33%	+38%

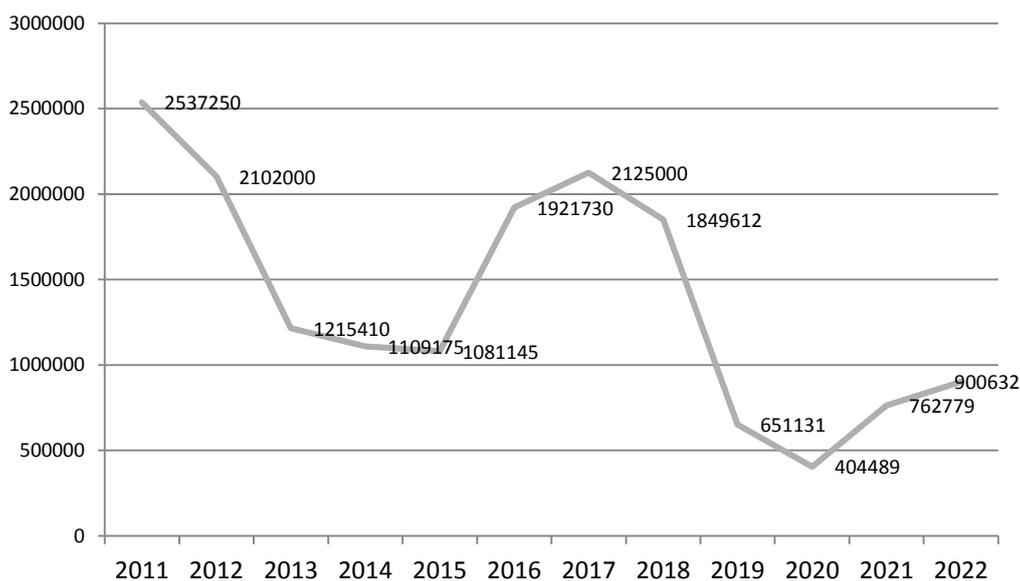


Рис. 1. Экспорт нефти в Иране в барр. сутки

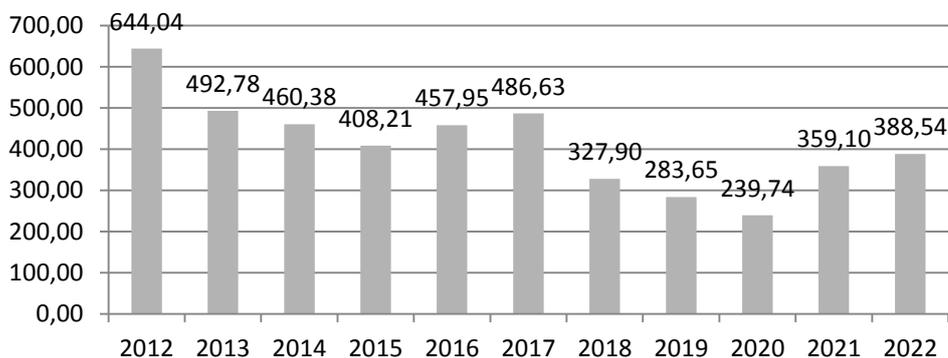


Рис. 2. ВВП Ирана по годам

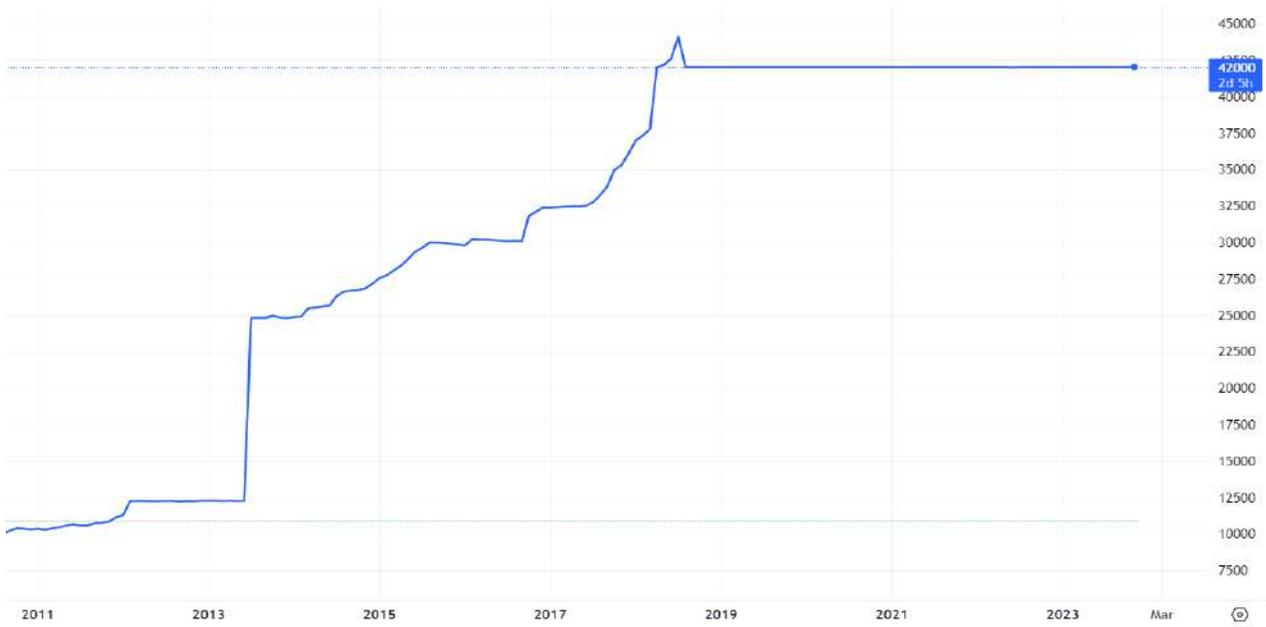


Рис. 3. Курс Иранского риала к доллару США

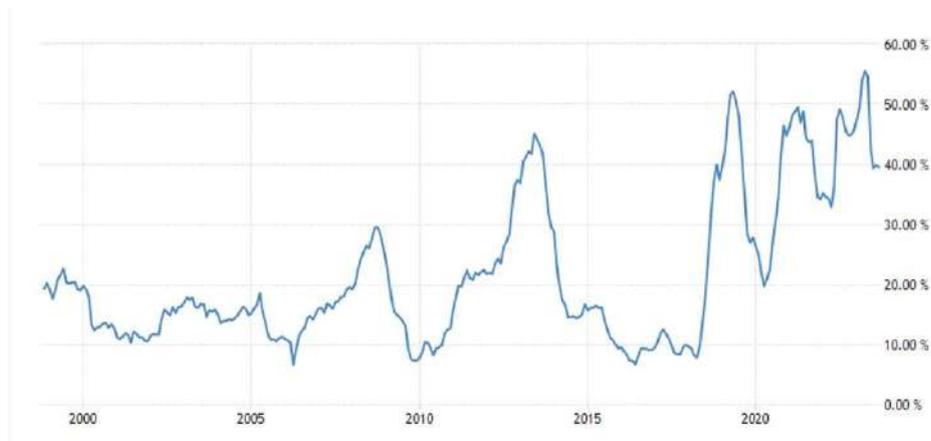


Рис. 4. Темпы инфляции в Иране

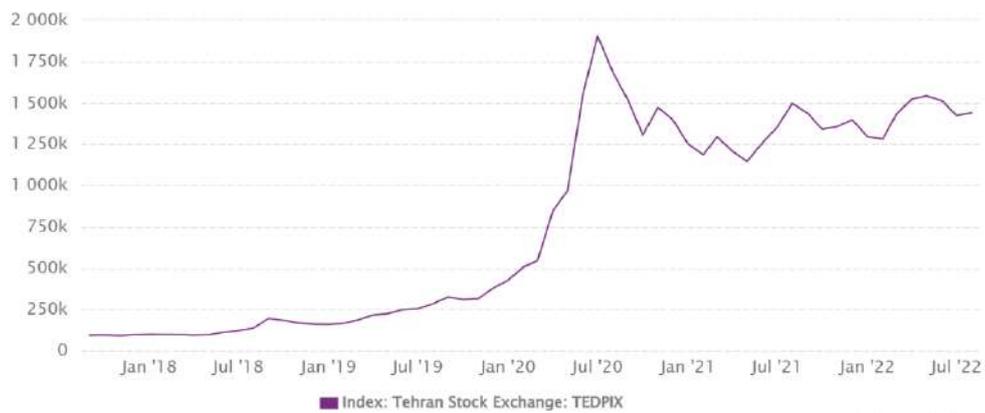


Рис. 5. График TEDPIX

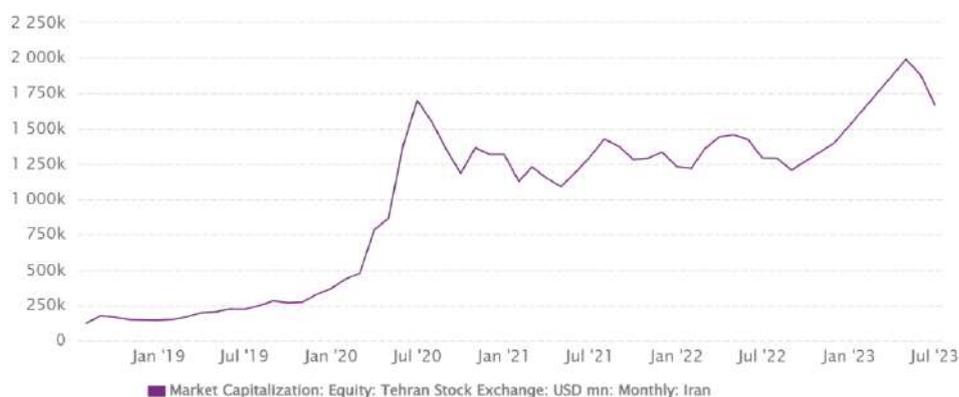


Рис. 6. График капитализации TSE

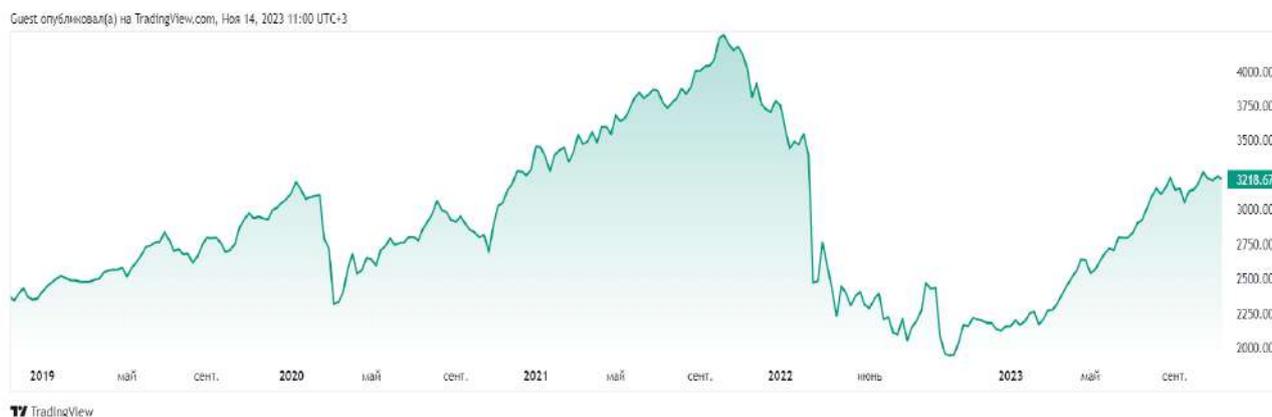


Рис. 7. График IMOEX

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Россия возглавляет рейтинг стран по числу введенных против них санкций. AnadoluAjansi. [Электронный ресурс] URL: <https://goo.su/8zxHs> (дата обращения: 22.10.2023).
2. Коробов А. А. Специфика формирования биржевых цен на нефть в периоды эскалации напряженности на Ближнем и Среднем Востоке // Среднерусский вестник общественных наук. 2020. Т. 15. № 1. С. 221-241.
3. Iran Crude Oil: Exports. Ceicdata. [Электронный ресурс]. URL: https://www.ceicdata.com/en/indicator/iran/crude-oil-exports?&cc_key= (дата обращения: 22.10.2023).
4. Кауфман С. Иранский сценарий. Фондовый рынок в условиях санкций // Финанс. [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/36RXkQ> (дата обращения: 22.10.2023).
5. Iran GDP. Trading Economics. [Электронный ресурс]. URL: https://tradingeconomics.com/iran/gdp?&cc_key= (дата обращения: 22.10.2023).
6. 1 USD To IRR Convert United States Dollar To Iranian Rial. Forbes Advisor. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.forbes.com/advisor/money-transfer/currency-converter/usd-irr/> (дата обращения: 12.11.2023).
7. Курсы валют в Иране. GoIran. [Электронный ресурс]. URL: <https://goiran.ru/kurs/> (дата обращения: 22.10.2023).
8. Minimum and average salary in Iran. Wage Centre. [Электронный ресурс]. URL: <https://wagecentre.com/work/work-in-middle-east/salary-in-iran> (дата обращения: 22.10.2023).

9. Iran Inflation Rate. Trading Economics. [Электронный ресурс]. URL: https://tradingeconomics.com/iran/inflation-cpi?&cc_key= (дата обращения: 22.10.2023).
10. *Перемитин Г.* Иранский синдром: чем может обернуться международная изоляция для экономики России. [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/36ZVR9> (дата обращения: 22.10.2023).
11. Iran Equity Market Index. [Электронный ресурс]. URL: https://www.ceicdata.com/en/indicator/iran/equity-market-index?&cc_key= (дата обращения: 22.10.2023).
12. Iran Market Capitalization: Tehran Stock Exchange (TSE). Ceicdata. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ceicdata.com/en/iran/tehran-stock-exchange-market-capitalization/market-capitalization-tehran-stock-exchange-tse> (дата обращения: 22.10.2023).
13. *Рябова И., Касянчук Д.* Иран: жизнь под санкциями. [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/sUwfq> (дата обращения: 14.11.2023).
14. Впервые с февраля более 3 млн. частных инвесторов совершали сделки на Мосбирже. Финанс. [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/36ao8P> (дата обращения: 14.11.2023).
15. Индекс МосБиржи. TradingView. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.tradingview.com/symbols/МОЕХ-ИМОЕХ/> (дата обращения: 14.11.2023).
16. *Таиров Р.* Спрос на наличные в июле привел к оттоку из банков 400 млрд рублей. Forbes. [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/36aq5t> (дата обращения: 14.11.2023).

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АКЦИОНЕРНЫМ КАПИТАЛОМ В НЕКОТОРЫХ РОССИЙСКИХ КОМПАНИЯХ

Д. В. Григорьева, Е. А. Коробов

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: digrigorevva@yandex.ru, korobovea@yandex.ru

Статья посвящена рассмотрению системы корпоративного управления в российских публичных акционерных обществах и системы управления акционерным капиталом, как ее части. Последняя функционирует в тех компаниях, где совет директоров следит за котировками акций общества на фондовом рынке и не допускает ситуации, когда рыночная цена акции становится меньше величины собственного капитала, приходящегося на одну акцию. Если это происходит, то руководство компании должно запустить процесс обратного выкупа акций с рынка для выравнивания этих стоимостей. В статье анализируется эта система в шести российских компаниях из трех отраслей: банковской, нефтегазовой и розничной торговли. Делается вывод о том, что система управления акционерным капиталом находится в стадии своего становления в большинстве отечественных акционерных обществ. При этом некоторые из них демонстрируют очень хорошие практики, которые могут быть ориентирами для менее зрелых организаций.

EQUITY MANAGEMENT SYSTEM IN SOME RUSSIAN COMPANIES

D. V. Grigorieva, E. A. Korobov

The article is devoted to the consideration of the corporate governance system in Russian public joint stock companies and the equity management system as part of it. The latter functions in those companies where the board of directors monitors the quotations of the company's shares on the stock market and does not allow a situation when the market price of a share becomes less than the amount of equity attributable to one share. If this happens, then the company's management should launch the process of buyback shares from the market to equalize these values. The article analyzes this system in six Russian companies from three industries: banking, oil and gas and retail. It is concluded that the equity management system is in its formative stage in most domestic joint-stock companies. At the same time, some of them demonstrate very good practices that can be guidelines for less mature organizations.

Переход российской экономики в стадию быстрого роста в начале 2000-х годов, улучшение финансово-экономического состояния российских компаний, сопровождавшееся ростом котировок их акций, появление значительного числа новых эмитентов ценных бумаг существенно повысили интерес инвесторов к российским публичным компаниям, что создало объективный запрос на повышение качества их корпоративного управления [1]. Современная система корпоративного управления в отечественных публичных компаниях регламентируется Гражданским кодексом РФ [2] и Федеральным законом «Об акционерных обществах» [3], и в общем виде может быть представлена так, как показано на рис. 1.

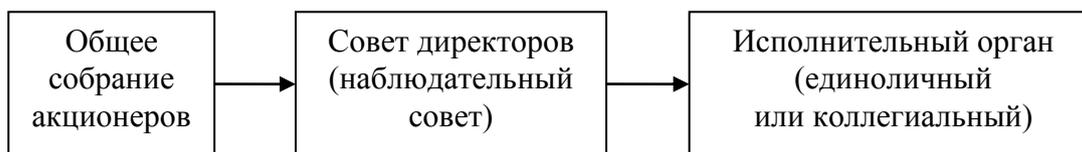


Рис. 1. Система корпоративного управления публичной компании

Основная идея представленной на рис. 1. схемы заключается в том, что общее собрание акционеров выбирает своих представителей в совет директоров, оно же избирает и генерального директора или дирекцию. Последние должны проводить в жизнь решения, принимаемые общим собранием акционеров и советом директоров. Существует большое количество публикаций, рассматривающих эту схему корпоративного управления [4-7], и роль каждого образующего ее элемента. Но все они едины в том, что перед советом директоров стоят задачи выработки стратегии и приоритетов развития компании, а также отстаивания интересов всех акционеров. Главным интересом последних (а, следовательно, и наиболее приоритетной задачей совета директоров) является обеспечение роста их благосостояния, то есть увеличения отдачи на инвестированный ими капитал [8]. Это выражается в росте курсовой стоимости акций, торгуемых на фондовом рынке.

При этом оценка стоимости собственного капитала публичного акционерного общества может быть двоякой. С одной стороны она может иметь бухгалтерскую оценку и выражаться в сумме уставного, добавочного и резервного капиталов и нераспределенной (реинвестированной) прибыли, а с другой, – характеризоваться рыночной капитализацией, то есть произведением числа эмитированных акций на их рыночную стоимость. С течением времени обе оценки собственного капитала могут изменяться. При этом совет директоров должен следить, чтобы рыночная оценка ни в коем случае не становилась меньше бухгалтерской, поскольку тогда нарушается главное требование акционеров к бизнесу – он делает их не богаче, а беднее даже минимальной бухгалтерской оценки вложенного ими капитала. Если же это происходит в силу объективных причин, то совет директоров должен инициировать обратный выкуп акций на фондовом рынке за счет чистой прибыли акционерного общества, тем самым приводя в соответствие бухгалтерскую и рыночную оценку стоимости акций и отстаивая законные интересы инвесторов по приросту капитала. Если в акционерном обществе существует такая обратная связь, то можно говорить о наличии в компании *системы управления акционерным капиталом*.

Эта практика является общепринятой в большинстве развитых стран мира, говорит о высокой культуре корпоративного управления и ответственности менеджмента перед собственниками. В России публичные компании проделали большой путь в этой сфере за последние тридцать лет. Однако нужно признать, что общий уровень корпоративного управления у нас в целом отстает от ведущих западных компаний, где он складывался на протяжении столетий.

Целью данной работы было определение наличия системы управления акционерным капиталом в шести российских компаниях из трех отраслей: банковской, нефтегазовой и сферы розничной торговли.

Для анализа были использованы такие показатели, как BV – собственный капитал, приходящийся на одну акцию, DIV – дивиденды, EPS – прибыль на одну акцию, P – цена акции.

В банковской отрасли рассматривались такие компании, как ПАО «Сбербанк» и ПАО «ВТБ». Графики по данным этих компаний представлены на рис. 2.

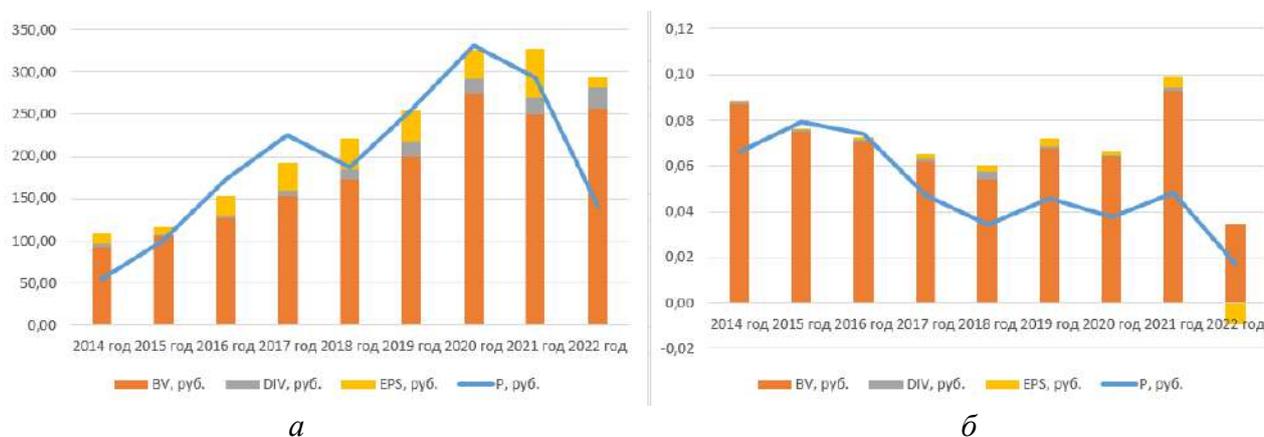


Рис. 2. Соотношение рыночной цены акции, величины собственного капитала, приходящегося на одну акцию, дивидендов и прибыли на акцию: а – SBER, б – VTBR.

«Сбербанк» (SBER) – крупнейший российский банк по объему собственного капитала. По итогам 2022 года этот показатель составил 5,81 трлн. рублей. Второе место по объему собственного капитала занимает «ВТБ». Акционерный капитал «Сбербанка» состоит из примерно 21,5 миллиарда обыкновенных и миллиарда привилегированных акций. Доля акций в свободном обращении – 48%.

«ВТБ» (VTBR) – второй по активам российский банк. Величина собственного капитала – 780,6 млрд. рублей. Капитал «ВТБ» состоит из акций трех типов: обыкновенных и привилегированных двух видов. На 2023 год компанией был запланирован выпуск новых обыкновенных акций – до 30,19 трлн. бумаг номинальной стоимостью 0,01 рублей каждая на общую сумму 302 млрд. рублей. В свободном обращении находятся 39% акций группы ВТБ. Касательно дивидендной политики, ранее банк выплачивал 50% чистой прибыли по МСФО на дивиденды по принципу одинаковой дивидендной доходности по всем трем типам акций. Но в 2022 году был вынужден отказаться от распределения прибыли на фоне заморозки значительной части своих активов. В дальнейшем ВТБ планирует вернуться к практике выплат дивидендов, но при этом руководство банка отмечает, что распределения в 2023 году акционерам ждать не стоит, так как трансформация бизнеса – покупка двух конкурентов и допэмиссия – еще до конца не завершена.

Согласно рис. 2, и в «Сбербанке», и в «ВТБ» значительно упала цена акций в 2022 году. Такая ситуация может быть следствием роста геополитических рисков или инфляционного давления, а также ужесточения монетарной политики как ФРС, так и Банком России, что потенциально увеличивает стоимость новых заимствований на финансовом рынке. Кроме того, заметное падение цены было также и в 2018-м году – последствия введения новых санкций против российских банков, в числе которых попали и «Сбербанк», и «ВТБ» [9].

Однако, несмотря на внешние обстоятельства, «Сбербанк», в отличие от «ВТБ», в большей степени соблюдает интересы своих акционеров [10]. Рыночная цена акций значительно чаще остается выше собственного капитала, приходящегося на одну акцию.

В нефтегазодобывающей отрасли сравним системы управления акционерным капиталом ПАО «Газпром» и ПАО «Лукойл», представленные на рис. 3.

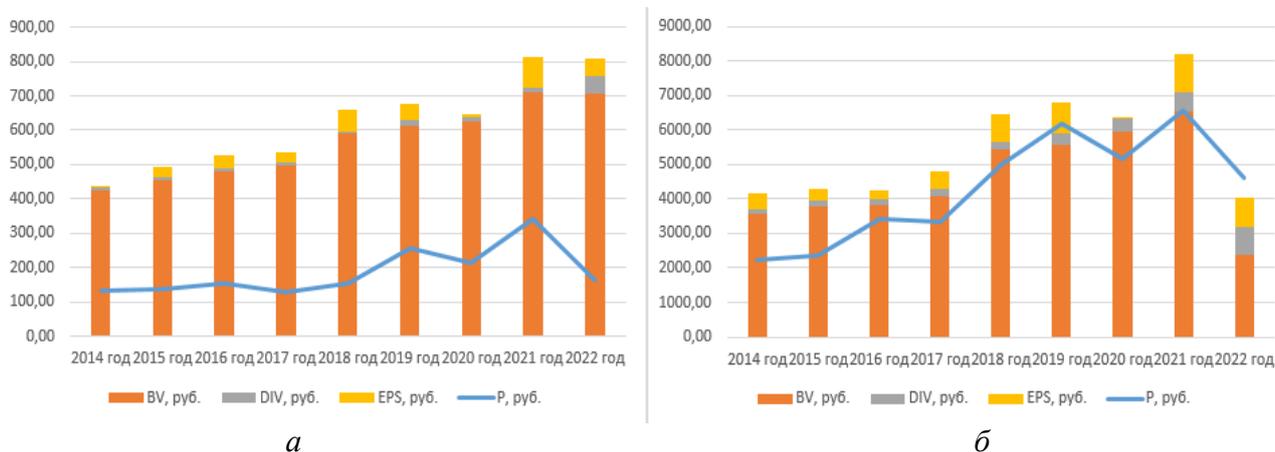


Рис. 3. Соотношение рыночной цены акции, величины собственного капитала, приходящегося на одну акцию, дивидендов и прибыли на акцию: *а* – GAZP, *б* – LKOH.

«Газпром» (GAZP) – крупный вертикально-интегрированный холдинг, входящий в топ-20 по капитализации среди нефтегазовых компаний мира. По итогам 2021 года чистая прибыль «Газпрома» выросла в 4,3 раза, до 503,45 млрд рублей, и впервые в своей истории превысила полтриллиона рублей. По состоянию на конец 2021 год акционерный капитал «Газпрома» состоял примерно из 23,7 млрд. акций. Доля акций в свободном обращении – около 50%. Величина собственного капитала «Газпрома» – 16 445 845 миллионов рублей. Однако на сегодняшний день стоит учитывать, что компания вынуждена нести огромные капитальные затраты для переориентации бизнеса с европейского на азиатское направление, что уже отразилось на выплате дивидендов – менеджмент компании объявлял о том, что не планирует выплачивать дивиденды по итогам 2 полугодия 2022 года, в результате чего капитализация компании сократилась почти на 3% [11]. Учитывая общие перспективы «Газпрома», инвесторам в качестве альтернативы можно рассмотреть иные крупные сырьевые предприятия. Например, «Лукойл».

«Лукойл» (LKOH) – самая крупная в России частная компания, контролирует 1% доказанных мировых запасов и обеспечивает до 2% общемировой добычи и переработки нефти. На начало 2021 года величина собственного капитала компании составляла 17,3 млн. рублей. Акционерный капитал «Лукойла» состоял примерно из 693 млн. акций. Доля акций в свободном обращении – 55%. Компания активно выкупает и затем погашает свои акции: в 2018-2019 годах проходил обратный выкуп на 3 млрд долларов, аналогичная программа действовала и до конца 2022 года. Суммарно с 2017 года погасили 158 млн акций, из них около 22 млн – в феврале 2020 года [12].

Согласно рис. 3, результатом функционирования системы управления акционерным капиталом в «Газпроме» в полной мере не является удовлетворение финансовых интересов акционеров. Рыночная цена акций значительно ниже величины собственного капитала, приходящегося на одну акцию. Для исправления ситуации руководство «Газпрома» не задействует механизм обратного выкупа акций в необходимом объеме. То есть система управления акционерным капиталом в компании реализована достаточно слабо, чего нельзя сказать о ПАО «Лукойл». Начиная с 2018 года руководство этой компании в большей мере отслеживает динамику рыночных котировок своих акций и использует механизм обратного выкупа для ее корректировки.

Сравним системы управления акционерным капиталом в ПАО «Манит» и «Х5 Group», представленные на рис. 4. В сфере розничной торговли ситуация в этом отношении обстоит неплохо. Это видно из графиков, потому что рыночная стоимость акций значительно превышает показатели собственного капитала, приходящегося на одну акцию. Это говорит о том, что в компаниях система управления акционерным капиталом реализована достаточно эффективно, и система корпоративного менеджмента в целом также находится на хорошем уровне.



Рис. 4. Соотношение рыночной цены акции, величины собственного капитала, приходящегося на одну акцию, дивидендов и прибыли на акцию: а – MGNT, б – FIVE.

«Магнит» (MGNT) – крупнейший по количеству магазинов и второй по выручке продуктовый ретейлер в России. Бизнес «Магнита» присутствует во

всех федеральных округах, кроме Дальневосточного. Величина собственного капитала ПАО «Магнит» за 2021 год – 130 094 млн. руб. По итогам данных финансового отчёта МСФО за 2023 год, этот показатель составляет уже 240 397 млн. рублей. Количество акций «Магнита» – 101,9 млн обыкновенных акций, в свободном обращении – 67% акций.

«Магнит» регулярно выплачивает дивиденды, наращивая их год от года и обеспечивая довольно привлекательную доходность. Но проблема в том, что в последние годы выплаты превышают чистую прибыль компании, что в будущем может создать проблемы или в виде роста долговой нагрузки, или из-за распродажи акций компании, которую могут устроить инвесторы, недовольные дивидендами с уменьшенной доходностью [13].

«X5 Retail Group» (FIVE) – нидерландский холдинг, владеющий крупнейшим по выручке продуктовым ретейлером России. На конец 2022 года компания управляет 21 323 магазинами более чем в 70 регионах России. Всего выпущено 67,893218 млн акций «X5 Retail Group». В свободном обращении находится порядка 40% ценных бумаг. Собственный капитал «X5 Retail Group» по итогам данных финансового отчёта МСФО за 2022 год составил 193 805 млн. рублей.

До 2022 года ретейлер строго соблюдал свою дивидендную политику и регулярно повышал дивиденды. Доходность в последние годы составляла примерно 5-6%, что немного по российским меркам, но ощутимо для растущей компании. Однако все изменилось в негативную сторону в 2022 году вследствие введения санкций против НРД, которые заблокировали всю финансовую инфраструктуру для дивидендных переводов по российским депозитарным распискам. На этом фоне «X5 Group» пришлось обнулить выплату своих дивидендов. К началу 2023 года компании не удалось решить дивидендную проблему, поэтому акционерам на некоторое время пришлось смириться с отсутствием выплат [14].

Система управления акционерным капиталом является важным элементом всей системы корпоративного управления в акционерном обществе и, во многом, отражает его зрелость и ответственность перед инвесторами. Соблюдение интересов как мажоритариев, так и миноритариев повышает доверие рынка к компании и, в конечном итоге, отражается на ее капитализации. В российских реалиях у большинства компаний система корпоративного управления находится еще в стадии становления, а необходимость функционирования системы управления акционерным капиталом осознается не всеми участниками рынка. Представленный в статье анализ показывает, что многие крупные отечественные компании на сегодняшний день пришли к пониманию важности выстраивания правильных взаимоотношений с собственниками и соблюдения их финансовых интересов. Прочим акционерным обществам еще предстоит пересмотреть свои подходы к инвесторам в ближайшие годы, если они не хотят получить отток капитала или снижение своей капитализации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кодекс корпоративного управления (Центральный банк РФ). [Электронный ресурс]. URL: https://cbr.ru/statichtml/file/59420/inf_apr_1014.pdf (дата обращения 04.10.2023).
2. Гражданский кодекс Российской Федерации (ГК РФ). [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/?ysclid=lp02rk3y86640508527 (дата обращения: 17.11.2023).
3. Федеральный закон от 26.12.1995 № 208-ФЗ (ред. от 04.08.2023) «Об акционерных обществах». [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8743/?ysclid=lp02mg2vw892484591 (дата обращения: 18.11.2023).
4. *Овсянко Д. В.* Современное корпоративное управление и его реализация через работу Совета директоров // Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. 2002. № 4. С. 43-59.
5. *Савченко Я. В., Изгагин А. В.* Международный опыт оценки деятельности советов директоров публичных компаний // e-FORUM. 2020. № 2 (11). С. 92-114.
6. *Чешин А. В., Спектор Л. А., Поркашян М. А., Борисова А. А., Петренко Е. Г.* О некоторых вопросах формирования и функционирования совета директоров в акционерных обществах в системе корпоративного управления // Право и государство: теория и практика. 2023. № 6 (222). С. 209-213.
7. *Finlay P. N.* Strategic management : An introduction to business and corporate strategy. Pearson Education, 2000.
8. *Корсунский Д. И.* Управление стоимостью акционерного капитала: история и современное состояние вопроса // Труды БГТУ. 2020. № 2. С. 105-110.
9. Информация по финансовым показателям «Сбера». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sberbank.com/ru/investor-relations/groupresults?tab=annual> (дата обращения: 04.10.2023).
10. Финансовые результаты ВТБ. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vtb.ru/ir/statements/results/> (дата обращения: 04.10.2023).
11. Консолидированная финансовая отчетность «Газпром». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gazprom.ru/investors/disclosure/reports/2023/> (дата обращения: 04.10.2023).
12. Финансовые результаты ПАО «Лукойл». [Электронный ресурс]. URL: <https://lukoil.ru/InvestorAndShareholderCenter/FinancialReports> (дата обращения: 04.10.2023).
13. Финансовая отчетность «Магнит». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.magnit.com/ru/disclosure/financial-statements/> (дата обращения: 04.10.2023).
14. Годовые отчеты «X5 Retail Group». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.x5.ru/ru/investors/annual-reports/> (дата обращения: 04.10.2023).

ИНВЕСТИЦИОННЫЙ КЛИМАТ В РОССИИ

И. А. Ефимова, В. В. Хафизова

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: efira003@mail.ru, lera.khafizova.03@mail.ru

В данной статье проанализировано текущее состояние инвестиционного климата в России. Также, рассматриваются факторы, влияющие на инвестиционную привлекательность России. Помимо этого, рассмотрены инвестиционные возможности и перспективы в различных секторах российской экономики. Также, определены инструменты и механизмы поддержки инвестиционной активности в России. Кроме этого, рассмотрены рекомендации для улучшения инвестиционного климата в России.

INVESTMENT CLIMATE IN RUSSIA

I. A. Efimova, V. V. Khafizova

This article analyzes the current state of the investment climate in Russia. Also, factors influencing the investment attractiveness of Russia are considered. In addition, investment opportunities and prospects in various sectors of the Russian economy are considered. Also, tools and mechanisms to support investment activity in Russia have been identified. In addition, recommendations for improving the investment climate in Russia were considered.

Инвестиционный климат в России – это одна из ключевых тем, которая привлекает внимание как отечественных, так и зарубежных экспертов [3]. В последние годы российская экономика столкнулась с рядом вызовов, связанных с политическими и экономическими факторами, что привело к нестабильности на финансовых рынках. Однако, несмотря на сложности, Россия продолжает быть привлекательной страной для инвесторов благодаря своему огромному потенциалу и перспективам развития.

Инвестиционный климат в России является одной из ключевых составляющих экономического развития страны. Согласно отчету Всемирного банка «Делание бизнеса 2022», Россия занимает 28-е место из 190 стран по удобству ведения бизнеса. Это свидетельствует о том, что за последние годы были предприняты шаги для улучшения инвестиционного климата в стране. Однако, необходимо отметить, что все еще существуют преграды для инвесторов. Бюрократические процедуры, непредсказуемость законодательства и коррупция остаются значимыми факторами, которые отпугивают потенциальных инвесторов [3]. В рамках программы "Национальные проекты" правительство активно работает над созданием условий для привлечения инвестиций. Ускорение процессов регистрации бизнеса, снижение налоговой нагрузки и усиление правовой защиты инвесторов – только некоторые из мер, предпринятых для улучшения инвестиционного климата.

Инвестиционный климат в России зависит от множества факторов, кото-

рые определяют его привлекательность для иностранных и отечественных инвесторов. Одним из ключевых факторов является экономическая стабильность страны [4]. Инвесторы стремятся вложить свои средства там, где имеется надежная экономическая система, способствующая росту бизнеса. Важным аспектом является также политическая стабильность. Инвесторы оценивают политическую обстановку в стране, ее отношение к частной собственности и защите прав инвесторов. Наличие эффективной правовой системы и надежного механизма разрешения споров также играет значительную роль.

Очень важным фактором является доступ к рынку и возможности для развития бизнеса. Иностранные компании заинтересованы в доступе к большому числу потребителей и прибыльной долгосрочной перспективе на российском рынке. Поэтому, наличие привлекательных инвестиционных условий и благоприятного бизнес-климата может быть решающим фактором при принятии решения об инвестировании. Важно отметить также доступность финансовых ресурсов [2].

Инвестиционные возможности в различных секторах российской экономики предлагают широкий спектр перспектив для инвесторов. Одной из наиболее привлекательных отраслей является энергетика, особенно нефтегазовый сектор. Россия обладает огромными запасами природных ресурсов и является одним из крупнейших производителей нефти и газа в мире [6]. Это создает благоприятные условия для инвестиций в разработку новых месторождений, строительство нефтеперерабатывающих заводов и модернизацию существующей инфраструктуры.

Еще одним перспективным сектором является информационные технологии (ИТ). Россия активно разрабатывает свою цифровую экономику, что создает новые возможности для инвестиций в разработку программного обеспечения, интернет-стартапы и техническое обслуживание. Большой потенциал имеют также другие высокотехнологичные отрасли, такие как биотехнологии, нанотехнологии и космическая индустрия. Сельское хозяйство и пищевая промышленность также предлагают инвесторам перспективные возможности. Россия является одним из крупнейших производителей зерна, мяса и молока в мире [2].

Инвестиционный климат в России зависит от наличия эффективных инструментов и механизмов поддержки инвестиционной активности. В последние годы правительство активно работает над созданием благоприятных условий для привлечения инвесторов.

Одним из ключевых инструментов является Национальный центр разработки инноваций, который предоставляет финансирование и экспертную поддержку проектам в области науки и технологий. Кроме того, существуют региональные инновационные центры, которые предлагают свои программы поддержки стартапов и малого бизнеса [5]. Еще одной важной программой является «Формирование комфортной градостроительной среды», которая направлена на упрощение процедур получения разрешений на строительство. Благодаря

этой программе, время ожидания документации значительно сокращается, что способствует ускорению реализации инвестиционных проектов. Кроме того, правительство предоставляет льготы и налоговые преференции для инвесторов. Например, существует система налоговых льгот для резидентов особых экономических зон и индустриальных парков. Это позволяет значительно снизить налоговую нагрузку на предприятия и привлечь новые инвестиции в регионы [1].

Для улучшения инвестиционного климата в России необходимо принять ряд мер, которые помогут привлечь больше иностранных инвесторов и способствовать развитию бизнеса в стране. Вот несколько рекомендаций:

1. Упрощение административных процедур: чтобы сделать инвестирование в Россию более привлекательным, необходимо упростить процедуры регистрации компаний, получения лицензий и разрешений [5]. Также следует сократить время на рассмотрение дел и повысить прозрачность этих процессов.

2. Снижение налоговых бремен: высокие налоги могут быть значительным препятствием для инвестиций. Поэтому правительство должно провести налоговую реформу, направленную на снижение ставок налогов и устранение излишней административной нагрузки на предприятия.

3. Укрепление прав собственности: гарантированная защита прав собственности является ключевым фактором для привлечения инвесторов. Правительство должно создать эффективную систему, которая обеспечит надежную защиту прав собственности и инвестиций.

4. Развитие инфраструктуры: развитие качественной инфраструктуры является важным фактором для привлечения инвестиций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Моисеев В. В.* Инвестиционный климат России в условиях санкций / Изд-во Директмедиа паблишинг, 2022. 187 с.
2. *Шаренков С. Б., Штрикунова М. М.* Инвестиционный климат в современной России, 2020. 5 с.
3. *Власов А. С.* Инвестиционный климат России: современное состояние, проблемы и пути развития, 2020. 7 с.
4. International Bank for Reconstruction and Development / World Bank Group Doing Business 2020 : Comparing Business Regulation in 190 Economies, 2020. 78 p.
5. How to invest in Russia (The AEB guide to investing in Russia) / Invest in Russia. Investment Climate, 2021. 37 с.
6. Ministry of Economic Development of the Russian Federation / Investment Opportunities in Russia, 2021. 3 с.

УГРОЗЫ И РИСКИ В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

И. Э. Жадан¹, Л. Н. Мамаева²

¹*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*

²*Саратовский государственный технический университет им. Ю. А. Гагарина, Россия*
E-mail: inga645@bk.ru, L.mamaeva2014@yandex.ru

В научной статье анализируются внутренние и внешние угрозы экономической безопасности в системе высшего образования, предлагаются пути решения данных угроз. Отмечается, что высшему учебному заведению в последнее время приходится сталкиваться и с различного рода рисками. Обозначаются основные рискообразующие факторы. Рассматриваются методы минимизации рисков и эффект, полученный высшими учебными заведениями от обозначенных нами методов.

THREATS AND RISKS IN THE HIGHER EDUCATION SYSTEM

I. E. Zhadan, L. N. Mamaeva

The scientific article analyzes internal and external threats to economic security in the higher education system, suggests ways to solve these threats. It is noted that higher education institutions have recently had to face various kinds of risks. The main risk-forming factors are indicated. The methods of risk minimization and the effect obtained by higher educational institutions from the methods we have identified are considered.

Обеспечение экономической безопасности системы высшего образования базируется, в том числе, на определении основных угроз, влияющих на степень безопасности (финансовых, кадровых, управленческих, информационных, научно-технических и инновационных).

Следует отметить, что в период 2012-2022 гг. организационно-правовая форма университетов изменилась: были образованы федеральные и исследовательские университеты, а Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова и Санкт-Петербургский государственный университет получили особый статус; процессы объединения университетов усилились; сформированы стандарты, критерии и оценки вузов эффективный и неэффективный и др.

Совокупность всех угроз экономической безопасности в сфере высшего образования можно разделить на две группы: внешние и внутренние угрозы (табл. 1).

Для вузов и сегодня характерны те же угрозы, которые сформировались в значительной степени в 90-е гг. XX в. и не были преодолены в период восстановительного роста (неадекватный уровень финансирования, несоответствие материально-технической и методической базы подготовки специалистов ряда вузов задачам, поставленным при переходе к цифровой экономике и т.д.), но в

определенной мере компенсировались стабильностью функционирования всей вузовской системы.

Таблица 1

Внутренние и внешние угрозы экономической безопасности высшего образования

Внешние угрозы	Внутренние угрозы
Снижение профессий с дипломом о высшем образовании	Некачественное потребление финансовых ресурсов, не обеспечивается финансовыми ресурсами в организационно-правовом статусе
Некачественное преподавание	Низкая кадровая структура: нет опыта работы; по половозрастному признаку
Отъезд квалифицированных преподавателей за границу	Недостаточное качество управления
Нехватка финансовых средств в высшем образовании, что препятствует развитию инновационного и научного потенциала высшего образования	Снизилось количество профессий в области подготовки кадров в системе высшего профессионального образования

Необходимо выделить, что для развития научно-инновационного пути в Российской Федерации, ликвидировать угрозы в системе высшего образования. Так, мы видим снижение высших учебных заведений, в виду их объединения и поглощение, что ведет к сокращению численности студентов.

Таблица 2

Численность студентов, прием на обучение по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры (на начало учебного года; тыс. чел.)

	2000/01	2005/06	2010/11	2019/20	2020/21	2021/22
Численность студентов	4741.4	7064.6	7049.8	4068.3	4049.3	4044.2
Очная форма обучения	2625.1	3508.0	3073.7	2386.6	2429.3	2474.8
Очно-заочная форма обучения	302.2	371.2	304.7	181.5	206.1	264.8
Заочная форма обучения	1814.1	3185.4	3671.3	1500.3	1413.9	1304.6
Из общей численности студентов женщин	2686.3	4113.8	4030.1	2155.3	2127.1	2118.2
студенты, обучающиеся в Вузах:						
государственных и муниципальных	4270.8	5985.3	5848.7	3736.3	3715.1	3690.1
не государственных	470.6	1079.3	1201.1	332.0	334.2	354.1

Образование в цифрах: 2022 Краткий статистический сборник. <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/749756927.pdf>

Из данной таблицы можно сделать вывод, что обучающиеся выбирают в основном очное обучение и государственные и муниципальные высшие учебные заведения.

В последнее время в высших учебных заведениях происходит сокращение численности профессорско-преподавательского состава высшего профессионального образования. Большую часть профессорско-преподавательского состава составляют лица в возрасте 60 лет и старше, лиц в возрасте до 30 лет очень мало.

К числу угроз в системе высшего образования можно отнести и коммер-

специализацию обучения в сочетании с низким уровнем государственного финансирования. На сегодня растет доля платного высшего образования, и мы видим переизбыток выпускников по ряду специальностей; снижение качества подготовки обучающихся; нет доверия работодателей к выпускникам частных вузов и коммерческих отделений государственных вузов. Рост коммерции образования – опасная ситуация, это приведет к потерям для человечества: от дифференциации неравенства и социального расслоения до деградации населения в мире. Необходимо найти альтернативные направления для развития сферы образования.

Сегодня существует проблема в сфере образования – недостаток технических профессий, таких как инженеры, наладчики, токари, разработчики в сфере высоких технологий и насыщения профессий гуманитарий, юристов, экономистов и менеджеров. Это объясняется потерей связи между образовательной и реальными требованиями жизни, т.е. теорией и практикой.

Таблица 3

**Результаты трудоустройства выпускников на первую работу
по уровню полученного образования**

(в процентах от численности выпускников соответствующего уровня образования)

Высшее образование	Трудоустроились	Искали работу	Не искали работу
Специалитет	93.1	56.8	36.3
Магистратура	93.5	56.1	37.5
Бакалавриат	87.7	55.1	32.6

Образование в цифрах: 2022 Краткий статистический сборник. <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/749756927.pdf>

В настоящее время большинство университетов не в состоянии выпускать квалифицированных специалистов, которые востребованы на рынке труда, так как знания, предоставляемые студентам, даются либо в отрыве от их производственного практического применения, либо не обновляются и успевают устареть к моменту выпуска студентов. Так создается разрыв между спросом и предложением на рынке труда. Но в последнее время картина стала меняться, и все больше выпускников находят работу по специальности, которую получили в высшем учебном заведении. Однако, чтобы устранить эту угрозу, необходимо напрямую связать компании с высшими учебными заведениями для подготовки высококачественных специалистов (теория-практика).

В последние годы просматривается еще одна угроза в сфере образования, это – снижение его качества. В данном ракурсе следует согласиться со словами Л.Н. Толстого: «Важно не количество знаний, а качество их. Можно знать очень многое, не зная самого нужного» [1. С. 577].

В условиях перехода России к цифровой экономике необходимы высококлассные специалисты. Недостаток основательной, фундаментальной образовательной подготовки личности может привести к использованию негативных подходов к разрешению проблем, что заранее предполагает наличие негативного результата. Несомненно, опыт практической деятельности сыграет большое значение на рынке трудовых ресурсов, но и многое зависит и от теоретической

подготовки специалистов. В последнее время, ситуация стала меняться. Высшие учебные заведения стали являться участниками национальных проектов «Цифровой университет», «Инновационный университет» и ряда других проектов. Развитие университетов направлено на адаптацию рабочих программ дисциплин к потребностям каждого студента и внедрение цифровых коммуникаций для улучшения качества образования.

Глобальная пандемия коронавирусной инфекции также внесла коррективы в систему высшего образования. Выделим, платформу Zoom, которая показала себя достойно для осуществления видеозалов и дистанционного обучения учащихся в период пандемического кризиса 2020 года. Положительно можно выделить, что ВУЗы были подготовлены к таким форс-мажорам, а остаточный уровень информированности страны допустил лучше высокоразвитых стран справиться с данной ситуацией. Но дифференциация в использовании компьютеризации между вузами внутри страны огромна, это не может не приводить к внутренним ограничениям в системе образования.

«Повышения уровня профессионализма исходит от качественного преподавания и использования педагогами новых форм: тестирования, деловых игр, кейсов, компьютерных технологий и т.д. В качестве примера хочется отметить Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., где используют направления на развития информационных систем управления и образовательного процесса, повышение степени цифровой грамотности, как преподавателей, так и студентов.» [2. С. 388].

В рамках цифровой экономики в СГТУ им. Гагарина Ю.А. есть интересные разработки, которые можно протестировать и внедрить в Саратове и в других городах. Например, это серия проектов, которые можно объединить общей темой «Умный город»: проект оптимизации сбора и вывоза мусора "Чистый город", система управления потреблением тепло и энергоресурсов "ЭКО-ЦЕРБЕР", проект безопасной транспортной инфраструктуры "Умная дорога", система зарядных станций для электромобилей и электроавтобусов, проект создания автоматических парковок. Необходимо выделить, что ВУЗы договорились о единых стандартах взаимодействия цифровых сервисов. Это, в первую очередь, позволит высшей школе совершить цифровой скачок к 2024 году.

К окончанию 2023 года ВУЗы необходимо завершить цифровую модель университетов. Это даст конкурентоспособность на международном рынке образования.

Не следует забывать и о том, что высшему учебному заведению в последнее время приходится сталкиваться и с различного рода рисками: недостаточное количество высококвалифицированных преподавателей; недофинансирование вузов; недостаточно высокий уровень абитуриентов; очень мало связей с предприятиями для практической деятельности обучающихся. Все перечисленные нами риски взаимосвязаны между собой. Так, при подготовке кандидатов и докторантов наук наблюдалась следующая корреляция рисков: риск в ресурсном обеспечении вуза и риск отсутствия в вузе условий для плодотворной науч-

ной деятельности профессорско-преподавательского состава влечет риск недостаточно всестороннего развития личности, который трансформируется в риск общества в недостатке высококвалифицированных кадров.

Основными рискообразующими факторами являются:

- риск недофинансирования вуза
- недостаточное материально-техническое обеспечение вуза,
- снижение контингента студентов вследствие демографической «ямы».

Если говорить о методах минимизации обозначенных нами рисков, то:

- следует сначала разработать методику сбора информации для расчета показателей рисков;

- затем предстоит провести сбор статистических данных за несколько лет (обычно берется за основу 5 лет);

- далее необходимо произвести расчет показателей степени рисков на основе реальных статистических данных;

- провести интерпретацию результатов расчета, то есть определить важность каждого риска и степень соответствующей ему угрозы.

Данные методы, что мы описали ВУЗам дадут возможность:

а) обеспечить финансовую устойчивость университета в нестандартных социально-экономических, политических обстоятельствах путем изменения источников финансирования и создания резервов;

б) осуществлять поддержку малообеспеченные направления университетской образовательной деятельности за счет более экономически эффективных видов деятельности;

в) осуществлять на базисной основе исследования и прогнозирование социально-экономической среды, что даст быстрое реагирование на изменения внешней среды, во время изменять стратегические и тактические планы, обосновывать подходы к ценообразованию в высшем учебном заведении;

г) совершенствуя и обновляя предоставляемые образовательные программы, мы минимизируем риски, стимулируя деятельность и привлекая абитуриентов.

Использование алгоритма для минимизации рисков в сфере высшего образования позволит прогнозировать и количественно оценивать риски в деятельности университета. Закончить хочется словами древнекитайского мыслителя и философа Конфуция: «Когда вам покажется, что цель недостижима, не изменяйте цель – изменяйте свой план действий» [3. С. 44].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мудрость тысячелетий / Энциклопедия. М. : Олма-Пресс, 2006. 848 с.
2. *Мамаева Л. Н.* Глобальные риски цифровизации образования // Производство, наука и образование в эпоху трансформаций: Россия в [де] глобализирующемся мире. Сборник материалов VI Междун. конгресса. Институт нового индустриального развития имени С. Ю. Витте. 2020. С. 387-393.
3. Мудрость тысячелетий / Энциклопедия. М. : Олма-Пресс, 2006. 848 с.

КОНСОЛИДАЦИЯ В БАНКОВСКОМ СЕКТОРЕ РОССИИ: ХАРАКТЕРИСТИКА ФАКТОРОВ РИСКА

Л. В. Ильина, Ю. Е. Копченко, О. А. Кукляева

Саратовский государственный технический университет им. Ю. А. Гагарина, Россия
E-mail: iliyna2011@yandex.ru; jk-sar@yandex.ru; kuclyaeva.olga@yandex.ru

Статья посвящена исследованию проблем консолидации банковского сектора России в аспекте рисков, которые принимает банк в процессе осуществления сделок слияния и поглощения. На основе анализа статистических данных в статье сделан вывод о ведущей роли сделок слияния и поглощения в процессе структурной трансформации и консолидации банковского сектора на современном этапе. В статье выделены факторы риска, сопутствующие сделкам слияний и поглощений в банковском секторе, и дана их развернутая характеристика.

CONSOLIDATION IN THE RUSSIAN BANKING SECTOR: CHARACTERISTICS OF RISK FACTORS

L. V. Ilyina, Yu. E. Kopychenko, O. A. Kuklyaeva

The article is devoted to the study of the problems of consolidation of the banking sector of Russia in terms of the risks that the bank assumes in the process of implementing mergers and acquisitions. Based on the analysis of statistical data, the article concludes about the leading role of mergers and acquisitions in the process of structural transformation and consolidation of the banking sector at the present stage. The article highlights the risk factors associated with mergers and acquisitions in the banking sector, and gives a detailed description of them.

В условиях восстановления российской экономики после пандемии коронавируса, адаптации к усилившейся санкционной политике иностранных государств в отношении российских организаций, следования финансового сектора трендам цифровизации и инноваций происходит процесс структурной трансформации в различных экономических секторах и сферах. Роль банковских организаций как в масштабах всей экономики, так и в масштабах финансового сектора в процессе трансформации экономики достаточно значима. Основным вектором трансформационных процессов в банковском секторе выступает его консолидация, трактуемая в экономической литературе как процесс объединения нескольких экономических субъектов для достижения общих целей [1, С. 45-47]. Консолидация может осуществляться в различных организационных формах, ведущей из которых выступают сделки слияний и поглощений.

Согласно данным информационного агентства АК&М за 2015 – 2022 гг., представленным на рис. 1, доля сделок слияний и поглощений финансового сектора к общему объему сделок слияний и поглощений по сумме сделок варьировалась от 3,6% до 16,6%, а по количеству сделок – от 5,9% до 15,3%

(данные о доле по сумме сделок в 2016 г., 2020 г. и 2021 г. отдельно по финансовому сектору отсутствуют). Можно отметить, что в целом за указанный период доля слияний и поглощений в финансовом секторе по сумме сделок выросла (на 2,4%), а по числу сделок снизилась (на 6,6%), т.е. сделок становится меньше, но при этом они выросли в стоимости, что отчасти объясняется продолжительной консолидацией банковского сектора и рынок уже достаточно сконцентрирован между крупнейшими финансовыми корпорациями и системно значимыми кредитными организациями.



Рис. 1. Доля финансового сектора к общей сумме и общему числу сделок слияний и поглощений в России в 2015-2022 гг., % к итогу (составлено по материалам информационного агентства АК&М [2])

По данным Банка России за 2017 – 2022 гг. о причинах ухода кредитных организаций с рынка, представленным на рис. 2, можно сделать вывод, что в 2017 году кредитные организации уходили с рынка в основном ввиду принудительного отзыва лицензии Центральным Банком РФ, тогда как в 2022 году структура причин изменилась, и при относительно небольшом числе ушедших с рынка банков (12 организаций, то есть в 5 раз меньше, чем в 2017 году) большинство из них (69%, что в 4 раза больше, чем в 2017 году) принимали участие в процессах слияний и поглощений. Следовательно, можно сделать вывод, что на российском рынке слияния и поглощения с участием банков в качестве основных участников сделки остаются основным способом трансформации банковского сектора, его консолидации (при снижении ее темпов) и сокращения числа неэффективных банков, а также одним из основных инструментов антикризисной политики на финансовом рынке.

Сделки слияний и поглощений с участием банков находятся под воздействием многочисленных факторов риска, которые определяют характер и особенности консолидационных процессов в российском банковском секторе. Факторы риска регулируются и контролируются как на уровне экономических субъектов, участвующих в проведении сделок, так и на уровне банковской системы в лице Центрального банка РФ в аспекте обеспечения ее финансовой устойчивости, стабильности и эффективности.

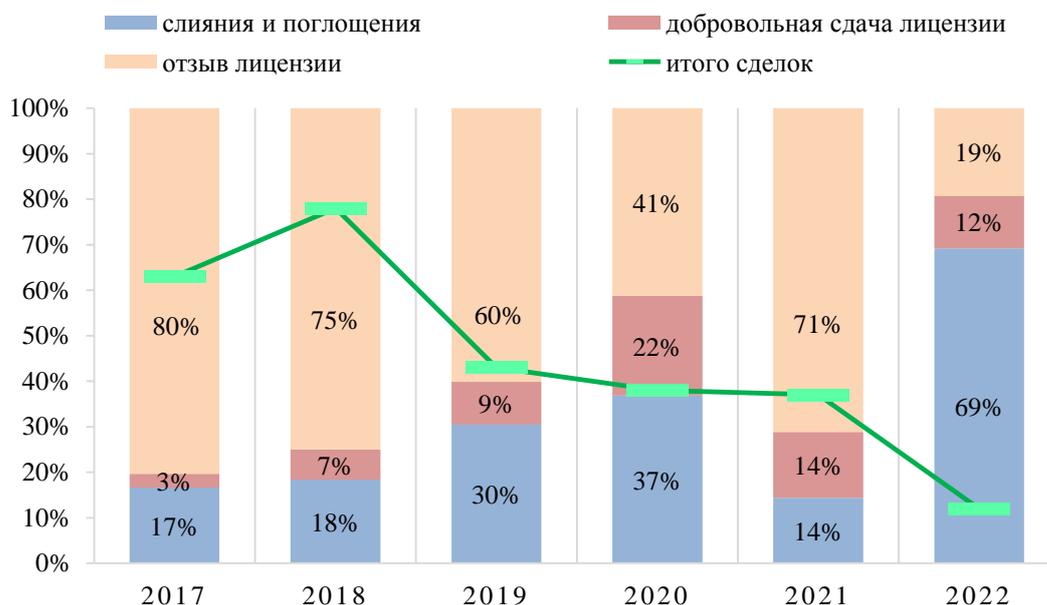


Рис. 2. Доля причин ухода с рынка кредитных организаций и число кредитных организаций, ушедших с рынка, за 2017–2022 гг, % к итогу (составлено по материалам Банка России [3])

К числу ключевых факторов риска, оказывающих влияние на проведение сделок слияний и поглощений в банковском секторе России, мы относим:

- 1) закрытость информации о сделках слияния и поглощения;
- 2) длительность принятия решений о сделке и процесса завершения интеграции компаний;
- 3) активное участие банков в формировании финансово-технологических компаний и экосистем;
- 4) усиление концентрации банковского рынка под влиянием интеграционных сделок, что является причиной увеличения разрыва результатов и масштабов деятельности крупных и мелких банков, и снижения уровня конкуренции на банковском рынке.

Дадим им характеристику.

Ограниченная доступность информации о сделках характерна для российского рынка слияний и поглощений еще со времен его формирования, что затрудняет его исследование как с позиций потенциальных инвесторов, так и регуляторов рынка. Кроме того, информационная ограниченность обусловлена и недостоверностью предоставляемых данных ввиду искажения показателей финансовой отчетности компаний и несовершенства форм статистической отчетности. Исследование рынка усложняется и тем, что, в связи с ужесточением санкционной политики в отношении российских компаний, согласно распоряжению Банка России, доступ к отчетности кредитных организаций в 2022 году был ограничен (запрещено раскрытие отчетности и информации и прекращена публикация отчетности на сайте Банка России), и был возобновлен только с 1 июля 2023 года в сокращенном формате как в части форм публикуемой отчетности, так и раскрываемых показателей.

Данные о слияниях и поглощениях, публикуемые в ежегодных отчетах различных информационно-аналитических компаний (KPMG, ФБК, АК&М и др.), вследствие отсутствия транспарентности рынка и различий в методологии расчетов, имеют существенные различия.

Другим фактором риска, характерным для российского рынка слияний и поглощений, в том числе и с участием банков – это то, что стороны соглашения долго принимают решения о заключении сделки и процесс завершения интеграции компаний затягивается. Затяжные переговоры и невозможность прийти к компромиссу могут привести не только к повышению издержек на проведение сделки, но и к ее отмене или расторжению. На длительность принятия решения влияют как внешние факторы (обострение внешнеполитической ситуации, ужесточение санкционной политики в отношении российских банков, уход иностранных акционеров и инвесторов с российского банковского рынка и продажа доли участия российским организациям и пр.), так и внутренние, исходящие из структуры и деятельности организаций, принимающих участие в интеграционной сделке (противоречия интересов в отношении сделки, перераспределение полномочий и т.д.).

В связи с тенденцией цифровизации экономики и активным внедрением инновационных технологий в экономику, банковские организации все больше интегрируются в систему финансовых технологий, крупнейшие банки образуют или становятся частью экосистем. Как свидетельствуют данные исследований, проведенных международной компанией «Accenture», специализирующейся на консалтинге в области цифровых технологий и развития, новые мотивы сделок слияния и поглощения опережают традиционные (синергию издержек, географическую экспансию, консолидацию активов) [5, С.155-156]. Это говорит о том, что помимо существенных плюсов, которые дает интеграция банков с компаниями финтеха (расширение клиентской базы, доступ к новым технологиям и продуктам и пр.) возникают риски участия банков в экосистемах, связанные с убытками банков из-за ошибок при принятии решений в рамках развития экосистем и вынужденной поддержки банками своих нефинансовых компаний. На это обратил внимание Банк России в июле 2021 года в своем консультационном докладе «Регулирование рисков участия банков в экосистемах в вложениях в имобилизованные активы» [6].

«Оборотной стороной медали» роста концентрации и консолидации в банковском секторе России является снижение конкуренции на банковском рынке [7, С. 105]. Как свидетельствуют данные Банка России, если в 2009 году удельный вес пяти крупнейших банков в совокупных активах банковской системы составил 46,2%, то в 2021 году этот показатель достиг 64,8%. Банки с базовой лицензией, работающих по принципу традиционной модели деятельности банка, и имеющие минимальный объем высокорисковых операций, не могут составить конкуренции крупным, системно значимым кредитным организациям – универсальным банкам, зачастую активно вовлеченных в различные инновационные проекты, внедряющих новые

технологии, являющихся частью финансово-технологических и диверсифицированных структур. Концентрация банковского капитала сосредоточена в крупнейших банках с универсальной лицензией и этот процесс сохраняется в связи с продолжающимися процессами слияния и поглощения, а также ухода банков с рынка в связи с добровольной сдачей и отзывом лицензий. Ослабление конкурентной среды в банковской системе делает ее менее эффективной.

Таким образом, за последний период на российском банковском рынке сделки слияний и поглощений выступают основным каналом его структурной трансформации и приводят к росту консолидации банковского сектора страны. Подобное развитие событий предполагает дальнейшее изучение факторов риска, их причин и последствий с целью разработки мероприятий по осуществлению трансформационных процедур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Борисов А. Б.* Большой экономический словарь / М. : Книжный мир, 2004. 324 с.
2. Рынок слияний и поглощений. Итоги М&А 2016-2022 гг. [Электронный ресурс]. URL: http://mergers.akm.ru/stats/34#_ftn1 (дата обращения: 18.09.2023).
3. Банковский сектор: аналитический обзор. Банк России: Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: https://www.cbr.ru/Collection/Collection/File/35469/analytical_review_bs-2020-4.pdf (дата обращения: 18.09.2023).
4. Перспективные направления развития банковского регулирования и надзора: аналитический обзор. Банк России: Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: http://www.cbr.ru/Content/Document/File/143838/dbra_20221227.pdf (дата обращения: 24.09.2023).
5. *Богданов А. Г.* Стратегия слияний и поглощений в банковском секторе как подход к увеличению капитализации и проникновения технологий // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 66-3. С. 154-159.
6. Регулирование рисков участия банков в экосистемах и вложений в иммобилизованные активы. Доклад для общественных консультаций. [Электронный ресурс]. URL: http://www.cbr.ru/Content/Document/File/123688/Consultation_Paper_23062021.pdf. (дата обращения: 24.09.2023).
7. *Богомолов С. М., Ильина Л. В., Копченко Ю. Е.* Консолидация банковского сектора России: характеристика процессов // Вестник СГСЭУ. 2018. № 3 (72). С. 101-105.
8. Известия. Официальный сайт. Концентрация банковского рынка ускорилась. [Электронный ресурс]. URL: <https://iz.ru/1219171/2021-09-09/kontcentratciiia-bankovskogo-rynka-uskorilas/> (дата обращения: 24.09.2023).

УЧЕТ ЗАТРАТ НА ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А. П. Каширцева

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, Россия
E-mail: Akashirtseva@gmail.com

В настоящее время высокие требования к качеству принимаемых управленческих решений в горнодобывающей отрасли определяют, острую необходимость в классификации и систематизации критериев по отнесению затрат на проектно-изыскательские работы к инвестиционному бюджету проекта или ежегодные операционные затраты для обеспечения функционирования действующего горнодобывающего предприятия. В работе рассмотрен вопрос классификации затрат в зависимости от природы их возникновения и проблем, которое могут быть решены при реализации той или иной проектно-изыскательской работы.

COSTS OF PROJECT WORK OF MINING ENTERPRISES

A. P. Kashirtseva

High requirements for the quality of management decisions in the mining industry determine the urgent need for classification and systematization of standards for attributing engineering costs to the investment budget of the project or annual operating costs to ensure the functioning of an existing enterprise. The article considers the issue of classification of costs depending on the nature of their occurrence and the problems that can be solved during the implementation of a particular project work.

В структуре деятельности любого предприятия имеются два вида деятельности проектная (инвестиционная) и операционная. Как правило, на предприятиях горнодобывающей отрасли (в т.ч. на предприятиях, специализирующихся на добыче золота) операционная деятельность преобладает. На ее долю приходится порядка 70%-80% всех работ. Хотя, в зависимости от жизненного цикла актива соотношение может быть и другим.

Все действующие горнодобывающие предприятия ежегодно в период бюджетной компании сталкиваются с вопросом классификации и отнесения затрат на ПИР (проектно-изыскательские работы) к инвестиционному или операционному бюджету [1]. Проектно-изыскательские работы могут включать в себя следующие работы:

- разработку технико-экономического сравнения;
- разработку технико-экономического расчета;
- разработку технико-экономического обоснования строительства;
- комплекс работ по проведению инженерных изысканий;
- проведение предпроектного обследования объекта;
- разработку проектной документации;
- проведение государственной / негосударственной экспертизы;

- разработку рабочей документации;
- составление сметной документации для осуществления строительства (нового строительства, расширения, реконструкции, технического перевооружения) объектов, зданий, сооружений.

Ниже опишем общие правила по разнесению затрат на проектно-изыскательские работы. Как правило к инвестиционному бюджету относят экономически обоснованный комплекс взаимосвязанных и неделимых мероприятий, направленных на реализацию инициативы, с заданными сроками и утвержденным бюджетом, а к операционному комплекс регулярно повторяющихся мероприятий, направленных на поддержание непрерывности производственного процесса.

Таким образом к инвестиционному бюджету будут отнесены работы, которые выполняются в рамках оформленного инвестиционного проекта капитального строительства, работы по greenfield проектам (под greenfield проектами принято понимать вид инвестиционных проектов капитального строительства нового производства и проектов расширения действующего производства за границами эксплуатируемых цехов, зданий, сооружений), а также работы, направлены на создание или улучшение (оптимизацию) действующего производства в границах эксплуатируемых цехов, зданий, сооружений (как правило такие работы относятся к brownfield проектам). Под инвестиционным проектом капитального строительства будем понимать инвестиционный проект (экономически обоснованный комплекс взаимосвязанных и неделимых мероприятий, направленный на реализацию замысла или идеи, с заданным сроком осуществления и суммой затрат), предусматривающий задачи по организации строительного производства (кроме операционных проектов).

Примерами работ, отнесенных к инвестиционному бюджету, могут служить:

- технико-экономический расчет отработки месторождения подземным способом (в настоящее время месторождение обрабатывается открытым способом);
- аудит основных технических решений, принятых в рамках выполнения технико-экономического расчета отработки месторождения подземным способом;
- технический проект разработки нового месторождения;
- разработка документации по расширению золотоизвлекательной фабрики до 6-ти млн тонн в год (действующая производительность 4,5 млн тонн в год).

В этой связи работы, регламентированные требованиями ведения операционной деятельности предприятия, как правило относят к операционному бюджету предприятия. Примерами таких работ могут служить:

- разработка проектной и рабочей документации проекта ликвидации месторождения;
- разработка документации по рекультивации отвала;

- актуализация календарного плана горных работ на карьере;
- контроль за текущим состоянием зданий и сооружений;
- корректировка технического проекта разработки месторождения;
- актуализация генерального плана ГОКа (горно-обогатительного комбината);
- проект эксплуатации хвостохранилища ЗИФ (золотоизвлекательной фабрики);
- разработка проектной документации на консервацию месторождений.

Расходы по полученным инжиниринговым услугам должны учитываться в зависимости от их назначения.

Необходимо понимать, что отнесение затрат на операционный бюджет влияет на себестоимость продукции, а отнесение затрат к инвестиционными на капитализацию предприятия. Правильность отнесения так же подлежит контролю со стороны налоговых органов и регламентируется принципами бухгалтерского учета, налоговым кодексом РФ, а также должны быть отражены в учетной политике организации. В зависимости от правил учета затрат, прописанных в учетной политике каждого конкретного предприятия, специалисты проводят классификацию затрат по бюджетам.

Затраты на реализацию инвестиционного проекта, а именно затраты на строительство объекта основных средства (в том числе достройка, дооборудование, реконструкция, модернизация), включая и расходы на ПИРы, учитывают по дебету 08 счета «вложения во внеоборотные активы» в корреспонденции со счетами учета расчетов, а при вводе объекта в эксплуатацию консолидированные затраты списывают в дебет счета 01 «Основные средства».

Если на стадии подготовки к строительству руководство предприятия принимает решение о нецелесообразности строительства, понесенные затраты должны быть списаны, поскольку не способны принести предприятию экономические выгоды в будущем. Затраты предприятия по несостоявшимся работам рекомендуется учесть в составе прочих расходов и отразить по дебету счета 91 "Прочие доходы и расходы". Указанные расходы могут быть списаны на основании учетной политики предприятия в момент, когда станет определенным факт отказа от соответствующего объема работ.

Инженерно-консультационные услуги по подготовке и эксплуатации промышленных, инфраструктурных и других объектов, предпроектные и проектные услуги, не связанные со строительством, для целей бухгалтерского учета признаются расходами будущих периодов и учитываются на счете 97 «Расходы будущих периодов». Данные расходы включаются в состав текущих расходов и отражаются на счете 25 «Общепроизводственные расходы» или на счете 26 «Общехозяйственные расходы» в зависимости от производственного назначения подготавливаемых объектов [6].

На рисунке изображена блок-схема принятия решения к какому бюджету инвестиционному или операционному относить работу.



Блок-схема определения бюджета

На практике у зарубежных ЕРС подрядчиков затраты на проведение проектно-изыскательских работ, выраженные в процентном отношении к полной величине капитальных затрат по проекту составляют порядка 15%, а российские проектные институты от 3% до 6% в зависимости от уровня сложности и масштаба проекта. Так для малых проектов доля составляет порядка 3%, а для крупных достигает 6% [5]. ЕРС (Engineering, Procurement and Construction) подряд включает в себя детальное проектирование, управление закупками, строительство, авторский надзор и пусконаладочные работы.

На практике стоимость проектных исследований зависит от различных факторов, таких как:

- заказчика;
- вида сырья;
- местоположения проекта;
- свойств и особенностей проекта/месторождения.

Проектно-изыскательские и научно-исследовательские работы являются фундаментом реализации инвестиционного проекта и поддержания операционной деятельности предприятия, поэтому очень важно следить за корректным отнесением данных затрат, а также с ежегодным размером данных затрат от суммарных затрат предприятия (инвестиционных и операционных), а также отслеживать динамику изменения в абсолютном и относительном выражении. С целью сохранения в долгосрочной перспективе среднегодового темпа прироста по выпуску продукции и сохранения или улучшения основных производствен-

ных показателей (уровня извлечения и производительности) в условиях снижения содержания ценного компонента (например, золота), усложнения условий внедрения новых технологий, снижения уровня карьеров предприятиям горнодобывающей отрасли необходимо рассматривать вопрос по дальнейшему увеличению вложений в проектно-изыскательские и научно-исследовательские работы (в т. ч. затраты на Greenfield проекты). Российский союз промышленников и предпринимателей ежегодно проводит всероссийский конкурс «Лидеры российского бизнеса: динамика и ответственность» и одним из критериев оценки предприятий в номинации «За динамичное развитие бизнеса» служит показатель доля затрат на технологические инновации в совокупном объеме реализации продукции. Необходимо отметить, что горнодобывающие предприятия отличается повышенной капиталоемкостью за счет сложного производственного процесса и высокой стоимости оборудования. Успешная производственная деятельность связана с повышением эффективности производства, а также снижении инвестиций на приобретение оборудования, строительно-монтажные и проектно-изыскательские работы, а также снижения затрат при его эксплуатации [2]. Горнодобывающим предприятиями важно корректно учитывать особенности учета затрат на проектно-изыскательские работы, а также сроки выполнения проектных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Каширцева А. П.* Оценка капитальных затрат на разных этапах реализации инвестиционных проектов золотодобывающих предприятий // Международный научно-исследовательский журнал «Modern economy success». 2019. № 2. С. 79-82.
2. *Каширцева А. П.* Учет влияния потребности в обновлении оборудования на моделирование результатов финансово-экономической деятельности золотодобывающего предприятия // Будущее машиностроения России. Сборник докладов Четырнадцатой Всероссийской конф. молодых ученых и специалистов. В 2-х томах. 2022. Т. 2. С. 362-365.
3. Международный стандарт финансовой отчетности (IAS) 16 «Основные средства» // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_193590/?ysclid=lqay3fcu96393198660 (дата обращения: 13.10.2023).
4. Международный стандарт финансовой отчетности (IAS) 38 «Нематериальные активы» // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_193595/?ysclid=lqaybijtg1356369962 (дата обращения: 13.10.2023).
5. Справочное руководство по оценке затрат в горной промышленности / М. : Эксмо, 2020. 656 с.
6. *Царионова Ю. В., Войтович О. В.* Применение показанного метода учета затрат на предприятиях, специализирующихся на проектно-изыскательских работах // Финансово-экономические проблемы и перспективы развития российской экономики на современном этапе. труды Всероссийской науч.-практич. конф. 2019. С. 232-237.

ФАКТОРЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ВНЕШНЕТОРГОВЫХ РИСКОВ

Т. Л. Коновалова

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: konovalovatl@rambler.ru

В статье рассматриваются факторы экспортного риска как следствия сложности современной ситуации в мировой экономике и использования западных санкций во внешне-торговых отношениях с РФ. Сделан вывод о многообразии ситуаций и проблем, связанных с осуществлением экспортной деятельности российских компаний. Выделен сравнительно новый аспект, связанный с комплаенс-рисками. Подчеркивается важная роль институтов поддержки экспорта в целях минимизации экспортных рисков.

FOREIGN TRADE RISK FACTORS

T. L. Konovalova

The article considers export risk factors as a consequence of the complexity of the modern situation in the global economy and the use of Western sanctions in foreign trade relations with the Russian Federation. It was concluded about the variety of situations and problems associated with the implementation of export activities of Russian companies. A relatively new aspect related to compliance risks has been identified. The important role of export support institutions in minimizing export risks is emphasized.

Внешнеторговые риски представляют собой предполагаемые неподвижные ситуации, приносящие лишние затраты или иной вред предприятиям, осуществляющим внешнеэкономическую деятельность. В последнее время в связи с санкциями, вводимыми западными странами во внешне-торговых отношениях с Российской Федерацией, всё большую актуальность приобретают риски экспорта.

Под поддержкой экспорта может пониматься весь спектр государственных мер, которые позволяют экспортерам снизить риски, связанные с международной торговлей.

Эти риски обсуждались участниками проведенной в Санкт-Петербурге сессии ПМЭФ-2021 на тему: «Как повысить эффективность экспорта? Как торговать и не бояться?» [1], где был сделан вывод о многообразии ситуаций и проблем, связанных с осуществлением экспортных операций. Некоторые из экспортных рисков связаны с отсутствием у компаний опыта работы на том или ином рынке. Можно говорить также о нехватке информации, представляющей различные характеристики конкретного рынка, важные аспекты его состояния, а также возможности его регулирования.

Это особенно актуально для работы на азиатских рынках, где дополнительной сложностью является языковой барьер и принципиальные отличия в

предпринимательской культуре от более привычного для россиян европейского континента. В этой связи в систему поддержки экспорта во многих странах входят мероприятия по ведению мониторингов состояния зарубежных рынков и наращиванию экспертизы в этой сфере.

По мнению Макаровой Е.А., риск – это необходимое условие экспорта [1], без которого сегодня невозможна внешнеторговая деятельность вообще. Объясняется это тем, что одним из основных факторов риска во внешнеторговых операциях является возможность изменения курсов валют. Управление этим риском традиционно осуществлялось за счет активного использования валютно-расчетных инструментов. В настоящих политических условиях валютные риски могут быть обусловлены дополнительным фактором – конфронтацией с США и Европы, делающей рискованной традиционную практику использования евро и доллара США при расчетах в валюте.

Снизить валютные риски возможно путем увеличения объема расчетов в национальных валютах. Но такой переход требует заключения двусторонних и многосторонних договоренностей, которые должны проводить не компании, а государства. Так, со стороны России в последние годы предпринимаются соответствующие действия, например, касающиеся торговли с Китаем и рядом других стран, а также в рамках ЕАЭС.

Серьезным фактором, с которым сталкиваются сегодня российские экспортеры, являются санкции, включая вторичные, то есть, накладываемые на торговых партнеров российских компаний, включенных в санкционные списки. Санкционные риски составляют угрозу даже для компаний, которые в этих списках не фигурируют, поскольку они ощущают настороженность: санкции могут быть применены и к ним в случае контактов с российскими компаниями, а они не готовы пострадать от санкционной политики США и ЕС.

В этих условиях многие российские компании остро нуждаются в санкционном комплаенсе, который могут обеспечивать институты поддержки экспорта. Комплаенс (англ. compliance – соответствие) – сравнительно новый термин, который понимается как способность компании соответствовать нормам и правилам – как внешним, так и внутренним, быть ответственным за свой бизнес не только в экономическом, но и в любом другом аспекте. Сегодня возникает необходимость для компании контролировать различные зоны риска, чтобы избежать не только финансовых, но и репутационных потерь. Но даже если фирма стремится полностью соответствовать нормам закона и принимает для этого все меры, это не гарантирует, что она защищена от возникновения комплаенс-рисков [2].

Итак, комплаенс-риски – это риски появления у компании финансовых или репутационных убытков, возникающих в результате непреднамеренных или умышленных нарушений законодательства РФ, регламента внутренних документов и стандартов предприятия, этических деловых норм, касающихся ведения бизнес-деятельности. Данные нарушения могут быть осуществлены как самой организацией, так и ее отдельными сотрудниками. В ответ на них кон-

трольно-надзорные органы могут выписать штрафы, или компания может попасть под санкции.

Типы и характеристики комплаенс-рисков [2]:

Типы	Характеристика
Экология и окружающая среда.	загрязнение окружающей среды, причинение вреда живым организмам
Здоровье и безопасность на рабочем месте	риски несчастных случаев или производственных травм
Коррупция и мошенничество	противоправные действия сотрудников и агентов фирмы
Социальная ответственность	предпринимательская деятельность фирмы может наносить вред самим работникам или людям на местах
Качество.	выпуск низкокачественного продукта или услуги
Операционная деятельность	деятельность фирмы может нанести какой-либо ущерб

Конечно, трудно найти фирму, деятельность которой не воздействует на окружающую среду и, следовательно, она может стать причиной загрязнения. Необходимо признать постоянное присутствие экологических рисков, избежать которых практически невозможно. Главное в данном случае – это мониторинг состояния окружающей среды, своевременные меры по снижению негативных последствий. В первую очередь с такими рисками сталкиваются добывающие и производственные предприятия, но и любая внешнеэкономическая деятельность может нести в себе проблемы для окружающей среды.

Здоровье и безопасность на рабочем месте – это ответственность любой компании. Помимо соблюдения техники безопасности, сюда относятся и риски несчастных случаев или производственных травм. Риски эти касаются как самих работников, так и производственных контактов (посетителей, потребителей, поставщиков, партнеров и др.).

Что касается коррупции и мошенничества, то в любой стране действует правило ответственности организации за действия не только непосредственно руководства, но также ее сотрудников и агентов, тем более если эти действия носят противоправный характер. Компании приходится строго отбирать сотрудников для зарубежных представительств, постоянно контролировать их поведение, поскольку это может привести не только к штрафам и убыткам, но и к уголовной и иным видам ответственности.

Недостаточная социальная ответственность предпринимателя - широко понимаемый риск того, что деятельность фирмы за рубежом не соответствует общепринятым нормам морали, стандартам поведения, от чего страдают как работники фирмы, так и члены общества, где эта фирма работает. Результатом может стать неприятие, отторжение, гражданское выражение недовольства присутствием компании на рынке или ее продуктом.

Риск, связанный с качеством продукции, проявляется при выпуске низкокачественного продукта или услуги, когда они не оправдывают ожидания потребителей, рекламные заявления, расцениваются как обман доверия потребителя. Возможно также, что фирма нарушает законы и правила, требуемые кон-

трактными обязательствами. В этих случаях падение ожидаемого спроса на товар фирмы будет дополнено падением ее репутации и другими негативными последствиями.

Ущерб операционной деятельности фирмы следует понимать и как невозможность изменения производственного процесса, и как недостаточное освоение используемой техники и технологии, низкую квалификацию работников. Даже если процессы оптимизированы и налажены, такой риск сохраняется и может стать причиной аварий и катастроф.

Отдельно необходим независимый санкционный комплаенс для торговых партнеров российского бизнеса, который может встраиваться в систему экспортных гарантий и экспортного страхования. [3]

Санкции – это внешнеполитические меры, которые представляют собой определенные ограничения для другой страны и ее граждан. Инициировать санкции могут как международные организации и объединения (ООН, ВТО), так и отдельные государства. Экономические санкции оказали большое влияние на современный российский бизнес. Они направлены на изоляцию страны от внешнеэкономической деятельности. Западные страны применяли в отношении России следующие ограничения:

- Эмбарго на ввоз в страну или вывоз из нее ряда товаров, услуг, валюты;
- Заморозка активов государства и его компаний на территории других стран;
- Отключение от международных систем, например, SWIFT;
- Финансовые ограничения и прочее [4].

Крупные экспортные державы (включая Китай, Японию, Республику Корея, США, Германию) выстроили мощнейшую сеть институтов поддержки экспорта, которые включают в себя не только масштабные средства, выделяемые на его кредитование и страхование, но и систему обеспечения экспертизы (в том числе зарубежной), комплаенс и консалтинг. Такая система обеспечивает реальные конкурентные преимущества фирмам ведущих стран, при том, что они и так имеют более благоприятные условия доступа к капиталу по сравнению с российскими компаниями, поскольку могут использовать его под более низкие процентные ставки.

В развитых торговых державах экспортеры всегда могут обратиться со своими проблемами к различным институтам поддержки экспорта, получить нужную информацию или реальную поддержку. Особенно такая поддержка становится значимой в последние годы в связи с целым рядом ограничений, связанных как с коронавирусной инфекцией, так и, в значительно большей степени, с западными санкциями и новыми формами регулирования торговых взаимоотношений с Российской Федерацией, обострением мировых противоречий. Многие из таких изменений являются важными для конкретной деятельности компаний. Далеко не все фирмы-экспортеры своевременно получают необходимую информацию. Институты поддержки экспорта могут успешно решать такие проблемы.

Россия также выстраивает подобную систему поддержки экспорта, проводит эффективную работу, организуемую Российским экспортным центром, «Эксимбанком» и «ВЭБ.РФ». Интересы российских экспортеров, их защита с привлечением более широкого спектра инструментов, повышение эффективности работы на внешнем рынке заслуживают пристального внимания государственных ведомств.

Среди организаций, обеспечивающих поддержку российского экспорта, могут быть названы следующие организации:

- Институт поддержки экспорта - организация, осуществляющая деятельность через использование различных финансовых и нефинансовых инструментов в целях поддержки национального экспорта страны;

- АО «Российский экспортный центр» (РЭЦ) – созданный в 2015 г. государственный институт поддержки несырьевого экспорта. Этот центр объединяет группу фирм, которые предоставляют российским компаниям-экспортерам широкий перечень действенных мер финансовой и нефинансовой поддержки [5].

- Организация «Мой Бизнес». Это образовательный проект, занимающийся подготовкой предпринимателей к осуществлению экспортной деятельности. Поддержку организации оказывает АНО «Школа экспорта». В рамках этой поддержки проводятся различные вебинары, читаются курсы по повышению квалификации и переподготовке бизнесменов, проводятся конференции, ориентированные как на профессионалов, так и на новичков, которые только начинают заниматься бизнес-деятельностью.

Эти и другие российские институты поддержки экспорта берут на себя ряд функций, таких как:

1. Поиск и подбор партнеров на иностранных рынках.
2. Консультации по аспектам ВЭД (логистика, таможня, право, валютный контроль).
3. Регистрация торговой марки/знака и получение сертификата на экспортируемую продукцию за рубежом.
4. Создание экспортного сайта и его ведение на иностранном языке.
5. Перевод презентационных и иных материалов компании на иностранный язык.
6. Проведение бизнес-миссий в зарубежных странах.
7. Участие в международных выставках и помощь в их организации.
8. Регистрация на иностранных маркетплейсах.
9. Сопровождение зарубежных делегаций, прибывающих в регион.

- ЭКСАР (экспортное страховое агентство) - это созданная 13 октября 2011 г. в России организация, занимающаяся страхованием экспортных кредитов и инвестиций с целью поддержки российских экспортёров. Агентство может заключать договоры страхования экспортных кредитов в случае возможного наступления определенных неблагоприятных для экспортера событий, к которым могут относиться следующие: импортёр расторгает заключенный кон-

тракт;

- имущество экспортёра конфисковано или национализировано;
- установлены запретительные санкции (эмбарго) на импорт или экспорт конкретного товара;
- происходят политические события (военные действия, забастовки, протесты) в стране импортёра или экспортёра, мешающие исполнению контракта;
- валютные трансформации (резкие изменения курса, невозможность конвертирования), не позволяющие провести оплату по контракту, задержки оплаты;
- законодательные изменения в стране-импортёре, препятствующие исполнению контрактных обязательств.

Целесообразно также использовать позитивный опыт передовых стран-экспортеров по реализации функций институтов поддержки экспорта применительно ко всем субъектам РФ с учетом их специфики.

Более того, в России уже создан единый центр на базе Министерства промышленности и торговли, координирующий политику в сфере поддержки экспорта. На этот центр постепенно будут переложены обязанности по поддержке экспорта, которые в основном выполнялись органами региональной исполнительной власти.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макарова Е. А. Риск как необходимое условие экспорта. [Электронный ресурс]. URL: <https://roscongress.org/materials/risk-kak-neobkhodimoe-uslovie-eksporta/> (дата обращения: 28.10.2023).
2. Что такое комплаенс-риски и как ими управлять. Baker Tilly Ukraine. [Электронный ресурс]. URL: [www.bakertilly.ua https://msfz.ligazakon.ua/magazine_article/FZ001573](https://msfz.ligazakon.ua/magazine_article/FZ001573). (Дата обращения 01.11.2023).
3. Основные комплаенс-риски и способы их минимизации. [Электронный ресурс]. URL: <https://compliance.su/info/articles/osnovnye-komplaens-riski-i-sposoby-ikh-minimizatsii> (Дата обращения 02.11.2023).
4. Санкционный комплаенс. [Электронный ресурс]. URL: <https://compliance.su/services/sanktsionnyu-komplaens/> (Дата обращения 8.11.2023).
5. Российский экспортный центр. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.exportcenter.ru/> (Дата обращения 02.11.2023).

СТРАНОВОЙ РИСК И МЕТОДЫ ЕГО ОЦЕНКИ

Т. Л. Коновалова

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: konovalovatl@rambler.ru

Новые нормальности, в координатах которых вынуждена сейчас жить и развиваться Россия, являются беспрецедентными по степени рисков из-за огромного количества санкций, введенных западными странами (более 12 тысяч), что требует объективной оценки факторов риска и аккумуляции всех сил государства для противостояния связанным с этими санкциями опасностям. В статье рассматривается позиционирование странового риска как следствия системной сложности современной ситуации в мировой экономике.

COUNTRY RISK AND METHODS FOR ASSESSING IT

T. L. Konovalova

The new normalities, in the coordinates of which Russia is now forced to live and develop, are unprecedented in terms of risk due to the huge number of sanctions imposed by Western countries (more than 12 000), which requires an objective assessment of risk factors and the accumulation of all state forces to counter the dangers associated with these sanctions. The article considers the positioning of country risk as a consequence of the systemic complexity of the modern situation in the global economy.

Страновой риск можно расценивать как интегральный показатель, характеризующий способность экономических субъектов страны, ее правительства отвечать по своим внешним обязательствам. Его уровень является обобщенным показателем инвестиционного климата [1, с. 27] страны и во многом определяет направления иностранных инвестиций, развитие предпринимательства в данной стране и деловые отношения с зарубежными партнерами. Оценку странового риска осуществляют в настоящее время различные рейтинговые агентства, международные организации, частные фонды и некоторые периодические издания, применяющие целый ряд методик и критериев, которые регулярно публикуются в виде рейтингов.

При оценке рискованности инвестиций в перспективные с точки зрения экономического развития страны владельцы капитала могут опираться на исследования, проводимые организацией *Country Risk Service (CRS)* (Служба страновых рисков). В своих оценках странового риска данная организация использует следующие семь критериев: экономическая политика и политическая ситуация в стране, а также текущие экономические показатели, включающие экономическую структуру, денежное обращение, ликвидность финансовых активов, состояние банковского сектора, размер государственного долга.

Политическая стабильность определяет наличие в стране внутренних или внешних угроз для политической безопасности, а политическая эффективность

оценивает качество государственного управления. Политический риск тесно связан с другими аспектами странового риска, и в целом все компоненты формируют ту особенную среду, которую зарубежные предприниматели находят в каждой конкретной стране [2, с.107-110].

На основании исследования *Country Risk Service* экономических факторов дается *страновой прогноз* (Country Forecasts) – оценка привлекательности и качества для иностранных инвесторов делового климата в различных странах. Здесь используется уже десять критериев: политический климат, макроэкономический климат, политика, рыночные возможности, сориентированные на развитие свободного предпринимательства и конкуренции, политика привлечения иностранных инвестиций, контроль иностранной валюты и внешней торговли, финансирование, налоги, рынок труда и инфраструктура. Данные характеристики могут быть использованы компаниями для разработки своей деловой стратегии. Указанные критерии оцениваются как в ретроспективе - за пять предшествующих лет, так и на прогнозируемый пятилетний срок [3, С. 25].

Исследования, проводимые Службой странового риска (Country Risk Service), регулярно публикуются журналом «Economist Intelligence Unit» (EIU, группа The Economist) начиная с 1980-х годов. Рейтинги стран публикуются ежемесячно (Risk Rating Review) и охватывают более 120 стран мира. До недавнего времени в этот перечень входили и восемь стран СНГ (кроме Армении, Киргизии и Таджикистана) [4, с.108-109]. Рейтинги определяют агрегированный индекс странового риска, рассчитываемый по 100-балльной шкале. Обобщенные оценки представлены как буквенные обозначения, выводимые посредством применения дискриминантного подхода.

Буквенные индексы базируются на первых четырех буквах латинского алфавита:

1) три первых (AAA, AA и A) по шкале – определяются как высокая способность и ответственность за выполнение взятых обязательств;

2) следующие три (BBB, BB и B) по шкале – оценивают достаточно высокую способность и ответственность за выполнение взятых обязательств, дополняемую восприимчивостью к изменениям экономического климата;

3) более низкие рейтинги относятся к следующей группе (CCC, CC и C) - здесь способность и ответственность за выполнение взятых обязательств вызывает сомнения;

4) индекс D характеризует крайне низкую способность и ответственность за выполнение обязательств [4, С.109].

Материалы официального сайта Country Risk Service – Sovereign Ratings [8] свидетельствуют, что, например, в 2016 году высшей оценки (AAA) не была удостоена ни одна страна. Такие страны, как США, Канада, Норвегия, Швеция, Швейцария, относящиеся к группе высокоразвитых, имели рейтинг второго уровня (AA). Рейтинг третьего уровня (A) был присвоен также группе высокоразвитых стран - Великобритании, Японии, ФРГ, а также малым странам Финляндии, Дании, Эстонии. Крупным развивающимся странам мира Китаю, Ин-

дии, Бразилии и Турции был присвоен рейтинг ВВ, свидетельствующий о достаточно стабильных темпах экономического развития и благоприятном инвестиционном климате.

Из восьми стран СНГ достаточно высокий рейтинг странового риска на уровне В имели Азербайджан, Казахстан и Россия. Кроме того, у Молдовы, Узбекистана и Туркменистана рейтинг составлял ССС. Аутсайдерами среди всех европейских стран являлись Беларусь и Украина с показателем СС.

Можно отметить, что страны СНГ за последние годы ухудшали показатели в рейтинге странового риска Country Risk Service. Это касается, в частности, Казахстана и России, имевших оценку ВВВ. Такую же оценку странового риска имели Китай, Великобритания и Япония. После введения против России западных санкций весной 2014 г. рейтинг России был необоснованно понижен до ВВ (то есть на один уровень ниже). Украина до начала политических событий 2014 года стабильно держалась на уровне ССС, а сегодня ее возможности оцениваются гораздо ниже.

Таблица 1

Оценка странового риска Country Risk Service и ее составляющих на 01.04.2016 г. [4, С. 110]

	Рейтинговая оценка	Индекс странового риска	Суверенный риск	Валютный риск	Риск банковского сектора	Политический риск	Риск экономической структуры
Азербайджан	В	55	ВВ/49	В/52	ССС/64	ССС	ВВ
Беларусь	СС	69	СС/72	ССС/67	СС/69	ССС	ССС
Казахстан	В	55	ВВ/48	ВВ/55	В/61	В	ВВ
Украина	СС	74	СС/76	ССС/69	СС/76	С	ССС
Средняя по 4 странам		63	61	61	68	-	-
Россия	В	53	ВВ/49	ВВ/49	ССС/61	В	ВВ

*Количественные показатели политического риска и риска экономической структуры не публикуются в открытом доступе.

Источник: составлено по данным Country Risk Service – Credit Risk] / Economist Intelligence Unit. URL: <http://country.eiu.com/AllCountries.aspx?view=all>

Показатель достаточно высокого суверенного риска России обусловлен, с одной стороны, низким уровнем госдолга, который не превышал 14 % ВВП в 2016 г., и имевшимися значительными валютными резервами. С другой стороны, снижение нефтяных цен неблагоприятно сказывалось на бюджетных доходах, а санкции, вводимые западными странами с 2014 г., тормозили развитие экономики. В целом суверенный риск России находился на уровне среднего показателя для стран Центральной и Восточной Европы [4, с.111].

В последние несколько лет на российский рынок оказывают влияние сильные политические и экономические потрясения, к которым можно отнести пандемию и антиковидные ограничения, принятие радикальных политических

решений, изменения федерального законодательства и др. Особенно значительные риски связаны с беспрецедентным санкционным давлением (странами Запада введено уже более 12 тысяч санкций) и множественными запретами во внешнеэкономической сфере, что не могло не вызвать значительных потрясений на рынке. Невзирая на вышеуказанные факторы, рынок страны остается открытым и доступным как для отечественных, так и для иностранных компаний.

При определении выгодности бизнеса в России основными критериями для инвесторов остаются риск и премия, которую любой инвестор рассчитывает получить при инвестировании собственного капитала. [5, с.112]

Для оценки странового риска используются различные методы его расчета. Широко распространенным остается использование кредитных рейтингов, являющихся удобным механизмом определения значения Default Spread, то есть степени опасности дефолта. Кредитный рейтинг определяется такими международными рейтинговыми агентствами, как S&P, Moody's, Fitch и иными. Определение вероятности дефолта напрямую зависит от кредитного рейтинга. То есть чем выше рейтинг, тем ниже риск дефолта, тем ниже Default Spread, и наоборот.

Агентство Moody's в январе 2022 года определило суверенный рейтинг России как Ваа3 по принятой шкале [Рейтинговое агентство Moody's, www], что соответствовало Default spread 2,18% [Damodaran Online, www]. После начала СВО против Украины и принятия новых пакетов антироссийских санкций ряд международных агентств понизили данный российский рейтинг на основании того, что Россия не внесла ряд международных платежей, в том числе по госдолгу. И хотя эти неплатежи были обусловлены санкциями, запретившими России использовать ведущие иностранные валюты, такие действия были расценены как невыполнение обязательств.

В настоящее время в связи с объемом беспрецедентного санкционного давления, затрудненным доступом к международному капиталу, а также рисками неисполнения Россией своих обязательств крупнейшие рейтинговые агентства перестали присваивать России рейтинг (табл. 2).

Таблица 2

Кредитный рейтинг России [5, С. 112]

Рейтинговое агентство	Рейтинг	Прогноз	Обновлено	Действие
Standard & Poor's	NR	-	11 Апр. 2022	Рейтинг понижен
Moody's Investors Service	NR	-	19 Апр. 2022	Рейтинг понижен
Fitch Ratin	NR	-	19 Апр. 2022	Рейтинг понижен

Примечание: составлено на основании данных рейтинговых агентств.

Таким образом, в настоящее время использование данного инструмента не представляется возможным. Исходя из вышесказанного, использование Default Spread для учета страновых рисков не является объективным.

Рост напряженности в международных экономических и политических отношениях требует более объективной оценки степени странового риска. Так,

например, российский сервис «Контур.призма» дополнил список критериев для определения страновых рисков при регистрации фирмы на российском рынке.

При идентификации фирмы-инвестора ей присваивают уровень риска, который во многом зависит от страны, где зарегистрирован учредитель (руководитель или бенефициар). Сервисом «Контур.призма» расширен перечень критериев для проверки юридических лиц по списку стран с высоким уровнем риска или "недружественных" стран. При идентификации сервис проверит учредителя, руководителя и бенефициарного владельца компании на регистрацию в стране из списка рискованных. В случае совпадения «Контур.призма» присвоит фирме дополнительный скоринг-балл, показатель которого и определяет уровень риска. Такая оценка будет более точной, поскольку базируется на определении «опасных» стран [6].

Крупнейшее кредитное рейтинговое агентство «Эксперт РА», аккредитованное Банком России (основано в 1997 году), совместно с Российским союзом промышленников и предпринимателей (РСПП) и Всероссийским союзом страховщиков (ВСС) провели анкетирование, в котором участвовали эксперты, оценивавшие наиболее значимые российские и глобальные страновые риски. Исследование показало существенные расхождения в оценках таких рисков на национальном и мировом уровне.

Из числа глобальных рисков, выделенных в исследовании, к потенциально страхуемым в России были отнесены такие, как неконтролируемый рост городов, рост числа хронических заболеваний, рост среднего класса в странах с развивающейся экономикой и конкуренции за доступ к ресурсам, старение населения, финансовый кризис, рост безработицы, рост различий в уровне доходов, благосостояния и поляризации общества.

К страхуемым были также отнесены:

- техногенные риски: рост киберзависимости, а также кибератак и сбоев информационных систем, масштабные техногенные катастрофы;
- природные факторы: изменение климата, ухудшение состояния окружающей среды, рост природных катаклизмов;
- рост миграционных потоков [7].

Так как список рисков, представленный для оценки, был открытым, отдельными экспертами среди важнейших страновых рисков были дополнительно названы также следующие:

- ухудшение качества человеческого капитала (3 балла),
- кризис плохих долгов (3),
- снижение цен на нефть (3),
- эмбарго на экспорт сырья (3),
- технологическое отставание от ведущих стран мира (3),
- снижение трудовых мотиваций и мотиваций к предпринимательству, кризис доверия (3),
- кризис системы здравоохранения в России (3),
- распространение наркотиков, алкоголизация (3),

- рост геополитической напряженности (2),
- сокращение инвестиций в обновление производственных мощностей (2),
- увеличение фискальной нагрузки на бизнес и население (2),
- кризис системы образования (2),
- ускоренный рост издержек, ведущий к падению конкурентоспособности продукции (2),
- распространение инфекционных заболеваний (2),
- падение космических объектов (2),
- кризис транспортной инфраструктуры странового уровня (1),
- трансграничный перенос негативных факторов зарубежных катастроф (1),
- негативные факторы, возникающие в связи с созданием новых технологий (1).

Оценка проводилась по трехбалльной шкале, где 1 – низкая степень риска, а 3 – высокая. В дальнейшем эти риски необходимо оценить более объективно, исключив чисто субъективное их восприятие, сопоставить с глобальными трендами, предпринять действия по их минимизации.

Серьезная проблема заключается в том, что значительная часть рисков, которые во всем мире считаются значимыми, в России не страхуется или недооценивается. Необходима более четкая оценка потенциала и реальности страхования важнейших рисков на национальном уровне. У России накоплен богатый опыт успешного и качественного предшествующего развития. Руководство страны может использовать сформированный хороший фундамент возрождения России на более высоком качественном уровне, где должны использоваться технологии масштабного (а не выборочного, как было ранее) импортозамещения, безотходного и экологичного производства, социального поведения, поддержки и стимулирования интенсификации инноваций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Сусанов Д. Ю.* Страновой риск и методы его измерения // Информационно-аналитический журнал «Дайджест финансы». Финансовая академия при Правительстве РФ. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stranovoy-risk-i-metody-ego-izmereniya/viewer> (дата обращения: 16.10.2023).
2. *Дегтярева О. И.* Управление рисками в международном бизнесе / учебник. М. : ФЛИНТА: МПСИ, 2008. 344 С.
3. *Катан П. И., Пырцак Г. Н.* Методологические подходы оценки политического и экономического рисков зарубежных инвестиций. 2021. [Электронный ресурс]. URL: [https://SciencesofEurope#73,\(\)metodologicheskie-podhody-otsenki-politicheskogo-i-ekonomicheskogo-riskov-zarubez](https://SciencesofEurope#73,()metodologicheskie-podhody-otsenki-politicheskogo-i-ekonomicheskogo-riskov-zarubez) (дата обращения: 21.10.2023).
4. *Твердохлебов Н. И.* Страновые риски России и стран СНГ // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Экономика и управление. 2015. Т. 1 (67). № 3. С. 108-113.
5. *Исаев К. Д.* Оценка странового риска при определении стоимости бизнеса в России

в условиях кризиса // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2022. Т. 12. № 5. С. 110-117.

6. В «Контур.призме» стало больше критериев для определения страновых рисков [Электронный ресурс]. URL: https://kontur.ru/press/news/45101-v_konturprizme_stalo_bolshe_kriteriev (дата обращения 16.10.2023).

7. Ключевые риски: глобальный и российский взгляд. «Эксперт РА». [Электронный ресурс]. URL: https://raexpert.ru/researches/insurance/bsr_2017/part2/ (дата обращения: 20.10.2023).

8. Материалы официального сайта Country Risk Service – Sovereign Ratings. Economist Intelligence Unit. [Электронный ресурс]. URL: http://www.eiu.com/site_info.asp?info_name=sovereign_ratings (дата обращения: 20.10.2023).

ЛОГИСТИЧЕСКИЕ РИСКИ ЭКСПОРТА АФФИНИРОВАННОГО ЗОЛОТА: АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ

А. А. Коробов

*Поволжский институт управления им. П. А. Столыпина –
филиал Российской академии народного хозяйства
и государственной службы при Президенте
Российской Федерации, Саратов, Россия
E-mail: aakorobov@inbox.ru*

Статья посвящена рассмотрению основных видов рисков международной логистики золота: от аффинажных компаний до потребителей в лице центральных, коммерческих, инвестиционных банков, товарных бирж, ювелирных, промышленных предприятий, находящихся в разных странах мира. Выделяется и анализируется группа «специальных» рисков логистики золота. Дается оценка базовым подходам и актуальным методам управления данной группой рисков. Обосновывается целесообразность использования «трехвекторной модели» механизма локализации и снижения уровня логистических рисков при осуществлении международных логистических операций с аффинированным золотом.

LOGISTIC RISKS OF REFINED GOLD EXPORT: CURRENT ASPECTS OF MANAGEMENT

A. A. Korobov

The article is devoted to the consideration of the main types of risks of international gold logistics: from refining companies to consumers represented by central, commercial, investment banks, commodity exchanges, jewelry, industrial enterprises located in different countries of the world. A group of "special" risks of gold logistics is identified and analyzed. An assessment is made of the basic approaches and an effective method of managing this risk group. The expediency of using the "three-vector model" of the mechanism of localization and reduction of the level of logistics risks in the implementation of international logistics operations with refined gold is substantiated.

Международная транспортировка физического золота, будь то аффинированные стандартные или мерные слитки, гранулы, порошок/песок, неочищенный, полуочищенный от примесей драгоценный металл, представляет собой логистический процесс повышенного риска. Уровень риска возрастает по мере роста объема перевозимого металла и степени его очистки, т.е. стоимости, а также по мере усложнения маршрута и режима экспорта, особенно в случае мультимодальных перевозок. Это вызывает естественный научный интерес к проблеме логистики золота, и – в особой степени – к управлению логистическими рисками. В современных условиях интенсивного приобретения драгоценного металла многими центральными банками и международными финансовыми организациями, перемещения больших объемов физического золота между товарными биржами в разных точках мира подобная проблематика является

весьма актуальной и злободневной.

Отметим, что управление рисками внутригосударственных и трансграничных логистических процессов относится к тщательно изучаемой области современной экономической науки, о чем свидетельствуют работы многих ученых и экспертов [1–7]. Разработаны комплексные научно-практические подходы и отдельные методы для выявления, оценки, анализа, классификации рисков логистических операций, и управления ими. При этом одни расчеты носят общелогистический характер, а другие производятся, исходя из отраслевой спецификации транспортируемого товара (горючее ископаемое, сельскохозяйственная продукция, товары широкого потребления, строительные материалы и т.п.). На этом фоне логистика драгоценных металлов – прежде всего золота – и сопряженные с ней проблемы занимает обособленное положение в силу особенности золота как товара и, одновременно, финансового актива. В имеющихся научных работах по исследованию международных поставок и перевозок добытого на рудниках и переработанного золота [8; 9; 10] затрагиваются, среди прочего, и вопросы логистических рисков, но, часто, в сильно усеченном плане. Их, как правило, пытаются свести к общеизвестным и хорошо изученным рискам транспортно-логистических процессов. Все вышесказанное обуславливает цель настоящей статьи – раскрыть наиболее востребованные в сложившихся современных условиях подходы к управлению рисками международных логистических операций с аффинированным золотом.

Определимся вначале с понятийно-категориальным аппаратом исследования. Логистические риски экспорта золота – это возможность получения ущерба, убытков или недополучения прибыли субъектами мирового рынка золота по причине сбоя в цепи доставки. В нашем конкретном случае мировой рынок золота представляет собой совокупность продавцов и покупателей физического металла, прошедшего аффинаж, а весь сегмент так называемого «бумажного» золота (производные инструменты биржевой и внебиржевой торговли) выносится за рамки предметного поля настоящего исследования. Аффинаж означает комплекс технологических процессов глубокой многоступенчатой очистки золота от примесей. Производится он как со сплавом Доре – слитками «технического» (неочищенного) золота, поставляемыми на аффинажные заводы золотодобывающими компаниями, так и с золотыми изделиями, включая золотой лом и мерные слитки, поставляемыми трейдерами (последние скупают золото на вторичном рынке: в ломбардах, у перекупщиков и т.д.). Произведенная на аффинажных предприятиях продукция: очищенное золото в виде слитков, гранул, порошка/песка, отправляется центральным и коммерческим банкам, товарным биржам (стандартные и мерные слитки), ювелирным заводам, промышленным предприятиям (гранулы, золотой песок). Нахождение аффинажных заводов и конечного потребителя их продукции в разных странах мира (за некоторыми исключениями), обуславливает экспорт аффинированного золота и, связанную с ним, международную логистику аффинированного золота.

Отметим, что все аффинажные компании в мире четко делятся на два

класса: входящие в список «Good Delivery List» Лондонской ассоциации рынка драгоценных металлов (LBMA), и не входящие в него. Аффинированное золото, произведенное на предприятиях из списка «Good Delivery List», является наиболее ликвидным металлом в мире: оно допущено ко всем биржевым и внебиржевым торгам, к использованию в межбанковских операциях во всех странах без ограничений, именно из него формируется золотой запас государства и т.п. Все прочие аффинажные компании (не входящие в обозначенный список) производят очищенное золото, качество которого ставится (или может быть поставлено) под сомнение; вследствие чего для продукции таких заводов закрыты основные мировые рынки сбыта и международные торговые товарно-сырьевые площадки. Следовательно, рассматривать экспорт аффинажного золота целесообразно лишь в рамках списка «Good Delivery List».

Аффинажные заводы, осуществляющие очистку драгоценного металла в соответствии с лондонским стандартом качества, имеют широкую географию распространения: завод Rand Refinery находится в ЮАР, завод Emirates Gold DMCC – в ОАЭ (г. Дубай), монетный двор в городе Перт Perth Mint – в Австралии, заводы Heimerle + Meule GmbH и Carl Schaefer – в Германии, заводы MKS RAMP SA, Metalor Technologies SA, Argor-Heraeus SA и Valcambi SA – в Швейцарии и т. д. В России до 9 марта 2022 года статусом надежного поставщика золота обладали шесть предприятий: ОАО «Красноярский завод цветных металлов имени В. Н. Гулидова», АО «Новосибирский аффинажный завод», АО «Уралэлектромедь», АО «Московский завод по обработке специальных сплавов», АО «Приокский завод цветных металлов» и АО «Щелковский завод вторичных драгоценных металлов». Соответственно, эти регионы мира выступают в качестве основных точек экспорта аффинированного золота.

Международная логистика аффинированного золота имеет ряд специфических характеристик, требующих отдельного рассмотрения. На современном этапе развития транспортно-логистических услуг, перевозка золота в преобладающем большинстве случаев осуществляется по воздуху грузовыми рейсовыми самолетами или чартерными перевозчиками. Существенно реже транспортировку золота между странами осуществляют автотранспортом (бронированными автомобилями) или по железной дороге. И лишь в самых редких случаях прибегают к морской/речной транспортировке аффинированного золота – и то, как правило, в случае мультимодальной перевозки. Например, в период с январь по октябрь 2022 года экспорт драгоценного металла из России в страны Европейского Союза был осуществлен двумя способами: 82,2% от всего объема золота (примерно 8,3 тонн) было перевезено авиатранспортом и 17,8% – автомобильным (примерно 1,8 тонн) [11]. Транспортировка золота самолетом оценивается экспертами как наиболее безопасная: вероятность кражи во время перелета сведена к минимуму; крушения самолетов, по статистике, происходят реже, чем аварии на морском и железнодорожном транспорте, и, гораздо реже, чем происходят автомобильные катастрофы; а нападения и угоны самолетов – крайне редкие явления последних лет. Помимо надежности, играет роль и фак-

тор времени. Например, французская авиационная компания AVIAV TM (Cofrance SARL), осуществляющая перевозку драгоценных металлов по всему миру, организует доставку в течение одних – максимум двух суток, даже по сложным международным направлениям [12].

К важным особенностям международной авиалогистики аффинированного золота можно отнести следующее:

1. Авиакомпании, осуществляющие перевозку аффинированного золота, должны иметь соответствующую лицензию.

2. Предпочтение отдается прямым рейсам без промежуточных посадок в третьих странах: как с точки зрения безопасности (сохранности груза), так и с точки зрения избегания лишних юридических процедур, связанных с транзитом.

3. До борта самолета и от него аффинированное золото доставляется в бронированных машинах с вооруженной охраной. Во время перелета груз так же сопровождается.

4. Перевозка аффинированного золота – процесс строго конфиденциальный. Объем и вид драгоценного металла, логистический маршрут, вид и номер транспортного средства, время отправки/доставки и т.п. известны лишь узкому кругу лиц [13; 14].

Исходя из всего вышесказанного, логистические риски, применительно к аффинированному золоту, можно поделить на два больших класса: «общие», присущие большинству логистических операций с различными видами грузов, и «специальные»¹, отражающие особенности международной транспортировки и хранения золота как специфического товара. К первому классу относятся:

- транспортный риск – порча драгоценного металла в результате поломки транспортного средства или аварии с его участием,
- риск нарушения срока(ов) доставки вследствие неверно выбранного логистического маршрута, сбоя в работе оператора и т.п.,
- риск повреждения драгоценного металла (справедливо в отношении слитков золота), связанный с процедурой передачи-приема транспортируемого товара – любая случайная царапина или иной механический дефект на слитке золота обуславливает необходимость переаффинажа [15],
- риск невыполнения иных договорных обязательств,
- риск кражи / недостачи – вероятность этого хоть и сведена к минимуму, но все равно остается, особенно в условиях наземной и морской транспортировки золота,
- форс-мажор, риск возникновения обстоятельств непреодолимой силы, таких как природная или техногенная катастрофа, стихийное бедствие, начало военных действий, введение режима локдауна и т.п.

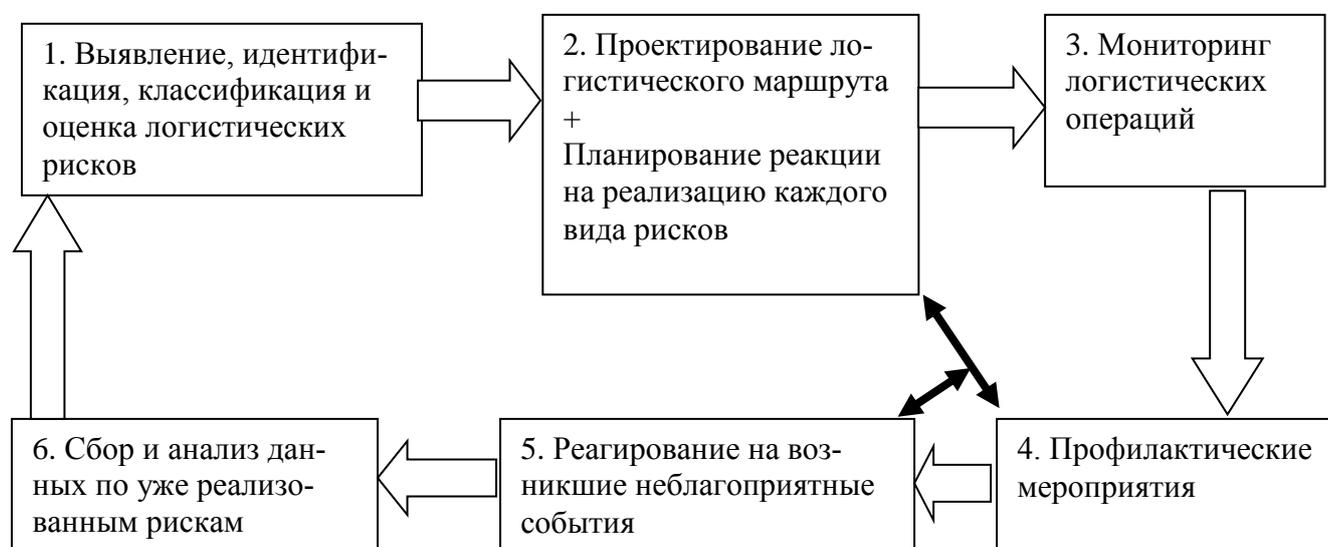
Ко второму классу логистических рисков относятся:

¹ ПРИМЕЧАНИЕ: Специальные риски в широкой интерпретации данного понятия – это риски, которые присущи транспортировке особо ценных грузов: ювелирных украшений, произведений искусства, драгоценных металлов, наличной валюты и т.п.

- изменение правового режима вывоза, ввоза, транзита физического золота (в том числе в сплавах) в странах-экспортерах и странах-импортерах,
- нарушение конфиденциальности перевозки,
- введение санкций отдельными странами или рядом государств,
- отказ в приеме/выдаче аффинированного золота на перевалочном пункте по политическим соображениям (т.н. «заморозка» актива),
- введение эмбарго на золото из конкретной страны,
- отзыв специальной лицензии у транспортной компании,
- лишение Лондонской ассоциацией рынка драгоценных металлов (LBMA) аффинажных заводов особого статуса «Good delivery», и т.п.

Второй класс логистических рисков (специальные риски) – по сравнению с первым – носит ярко выраженный политико-правовой характер. Он представляет особый научный интерес, как в плане природы самих этих рисков, так и в плане подходов, методов управления ими.

Отметим, что основные экспортеры на спотовом рынке аффинированного золота осуществляют управление логистическими рисками обоих классов по общей схеме, представленной на рисунке. Это общемировая практика. Но внутри этой типовой схемы подходы к управлению «общими» и «специальными» рисками несколько разнятся. Политико-правовой характер «специальных» рисков переносит ключевой акцент на профилактические мероприятия, в то время как для прочих рисков внимание в равной мере распределено по всем шести этапам / звеньям схемы управления. Объясняется это тем обстоятельством, что реагировать, исправлять ситуацию, когда риск в международно- политической сфере уже реализовался, гораздо сложнее (часто – вообще невозможно), чем его заблаговременно предвидеть (просчитать), избежать или заранее подстраховаться. Это так же справедливо и относительно нарушения политики конфиденциальности перевозок драгоценного металла.



Общая (типовая) схема управления логистическими рисками

В представленном шестиэтапном замкнутом цикле управления логистическими рисками оптимальный механизм элиминирования «специальных» рисков закладывается – и в этом состоит наша рабочая гипотеза – диспропорционально на втором, четвертом (основном) и пятом этапе цикла. При этом ключевыми направлениями управления логистическими рисками второго класса выступают:

- разработка и внедрение мер по защите конфиденциальной информации, связанной с логистикой аффинированного золота, от ее утечки и разглашения – в рамках профилактических мероприятий;
- организация перевозки золота по частям несколькими транспортными компаниями, имеющими специальные лицензии, разными видами транспорта и по разным маршрутам – в рамках проектирования логистического маршрута и профилактических мероприятий;
- переаффиаж золота в «третьих» странах – в рамках реагирования на возникшие неблагоприятные события и профилактических мероприятий.

Обозначенные направления образуют «трехвекторную модель» управления специальными рисками (на рис. 1 черные стрелки соединяют звенья этой модели). Такая модель механизма ориентирована не на отдельные риски, а на всю совокупность «специальных» логистических рисков, связанных с международной транспортировкой аффинированного золота, что говорит о комплексном подходе к управлению рисками, лежащем в его основе.

В условиях постоянно изменяющейся внешней среды наиболее востребованными оказываются такие подходы к управлению рассматриваемыми рисками, которые позволяют существенно снизить или даже частично устранить риски международных логистических операций с аффинированным золотом. Базовые традиционные подходы к решению такой задачи обладают одним недостатком – чрезмерной инертностью. Они весьма эффективны в условиях стабильности и определенности. Но в текущей ситуации неопределенности и геополитической напряженности требуется иной подход, позволяющий всей логистической цепи непрерывно подстраиваться под изменения внешней среды. Одним из вариантов такого подхода как раз выступает представленная «трехвекторная модель», в рамках которой происходит локализация рисков логистических операций с аффинированным золотом, устранение ряда рисков (исключение сомнительных транзитных маршрутов через третьи страны, например), передача или распределение рисков, предпринимаются и иные превентивные действия.

Целесообразность использования «трехвекторной модели» механизма локализации и снижения уровня логистических рисков обуславливается рядом факторов. Во-первых, данный механизм подстраивает всю логистику под текущую международную обстановку. Во-вторых, управление рисками охватывает и «специальные», и «общие» риски международных логистических операций с аффинированным золотом, формируя из них в управленческих целях сплошной

ландшафт логистических рисков. В-третьих, между тремя ключевыми этапами управленческого цикла имеется оперативная обратная связь, обеспечивающая быструю реакцию на сбой в логистике и корректировку дальнейших планов/маршрутов транспортировки аффинированного золота. В-четвертых, алгоритм работы механизма универсален по отношению ко всем международным логистическим направлениям.

Ко всему вышесказанному необходимо добавить, что неотъемлемой частью транспортировки любых грузов и по любому маршруту является страхование – защита от возможных потерь путем возмещения ущерба в денежном выражении владельцу груза страховой компанией (компаниями) при наступлении страхового случая: повреждения, хищения/подмены, утери, уничтожения перевозимого груза. Это классический способ управления «общими» рисками. Однако в случае с организацией транспортировки особо ценного груза, которым является аффинированное золото, к процессу страхования предъявляются повышенные требования. Здесь, помимо прочего, должна иметь место система перестрахования – передача части ответственности по принятым логистическим рискам от одного страховщика к другим. И чем дороже оценивается груз (чем больше объем перевозимого драгоценного металла), тем большее количество страховых компаний включается в цепочку страхования и перестрахования его перевозки.

Естественно, что все логистические риски должны закладываться еще на этапе планирования отправки аффинированного золота покупателю, а затем контролироваться в процессе его транспортировки и осуществления иных логистических операций. Необходимо наличие стратегии управления логистическими рисками, в которой четко прописывается механизм элиминирования (снижения отрицательного воздействия) каждого конкретного вида риска. Поэтому разработка и последующая реализация стратегии управления рисками является важной неотъемлемой частью логистического процесса. Это требует привлечения немалых финансовых, информационных и технологических ресурсов, экономия на которых может свести к нулю все усилия логистического риск-менеджмента. И, особо подчеркнем, данная стратегия должна непрерывно корректироваться с учетом выявленных новых рисков в сфере международных перевозок драгоценного металла.

Таким образом, получается, что управление логистическими рисками экспорта аффинированного золота по схеме «трехвекторной модели» вполне рационально, отвечает современным вызовам и имеет большой потенциал к дальнейшему своему развитию и модернизации. Выведение на передний план трех функциональных звеньев: «проектирование логистического маршрута (+ планирование реакции на реализацию каждого вида рисков), «профилактические мероприятия» и «реагирование на возникшие неблагоприятные события» не создает дисбаланса для всей системы управления логистическими рисками, а лишь перераспределяет приоритеты стратегии в сторону работы с группой «специальных» рисков. Это придает дополнительную устойчивость и повышает

оперативность управления «общими» и «специальными» рисками в процессе осуществления международных логистических операций с аффинированным золотом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Апатцева И. В.* Системный подход к управлению логистическими рисками в цепях поставок // *Логистика и безопасность России.* 2016. С. 14-19.
2. *Лотышева А. А., Конорева А. А.* Некоторые аспекты управления рисками в логистической системе // *Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, инновации. Сборник материалов VI Междун. науч.-практич. конф.* 2021. С. 318-324.
3. *Сысоева Е. А.* Управления логистическими рисками при доставке груза с использованием информационных технологий // *Логистика: современные тенденции развития. Материалы XX междун. науч.-практич. конф.* 2021. С. 91-97.
4. *Абазиева К. Г., Воронина А. В.* Методы управления логистическими рисками в цепях поставок // *Наукоосфера.* 2022. № 9-1. С. 217-221.
5. *Жанбирова Г., Елешова Ж.* Көлік-логистикалық орталықтарда тәуекелдерді басқару // *Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева.* 2022. № 4 (123). С. 115-122.
6. *Одинокова К. А., Коробов Е. А.* Риски облигационного финансирования при оптимизации структуры капитала // *Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками.* 2019. № 4. С. 176-178.
7. *Коробов Е. А., Семернина Ю. В., Усманова А. С., Одинокова К. А.* Роботизированное формирование инвестиционного портфеля на российском облигационном рынке на основе модифицированной стратегии скольжения по кривой доходности // *Бизнес-информатика.* 2021. Т. 15. № 4. С. 7-21.
8. *Архипов В. Я.* Экспорт золота - основа экономики Австралии // *Финансы.* 2006. № 7. С. 69-71.
9. *Заернюк В. М., Борисович В. Т.* Анализ мирового перемещения золота: маршруты, поставки, историческое и современное состояние // *Финансовая аналитика: проблемы и решения.* 2019. Т. 12. № 4 (350). С. 388-403.
10. *Тегин А. В.* Экспорт российского золота в текущих условиях: возможности и финансовые риски // *Управление финансовыми рисками.* 2023. № 1. С. 64-71.
11. Экспорт золота из РФ в ЕС, январь-октябрь 2022 // Информационно-аналитическое агентство SeaNews. [Электронный ресурс]. URL: <https://seanews.ru/2023/01/13/ru-jeksport-zolota-iz-rf-v-es-janvar-oktjabr-2022/> (дата обращения: 28.05.2023).
12. Как перевезти драгоценные металлы // *Air Cargo.* 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://cargo.help/kak-perevezti-dragoczennyye-metally/> (дата обращения: 01.07.2023).
13. Перевозка драгоценных металлов. Как это устроено // Пресс-центр компании Novelco. [Электронный ресурс]. URL: <https://novelco.ru/press-tsentr/perevozka-dragotsennykh-metallov-kak-eto-ustroeno/> (дата обращения: 01.07.2023).
14. Перевозка драгоценных металлов // 1-я Транспортная компания: интересные статьи по логистике и грузоперевозкам. [Электронный ресурс]. URL: <https://1-trk.ru/articles/perevozka-dragotsennykh-metallov/> (дата обращения: 01.07.2023).
15. Ценный груз: все о перевозке золота. Интервью с первым заместителем начальника ФГУП «Главный центр специальной связи» по производству Максимом Ивановичем Манченко // *Золото и технологии.* 2022. № 1 (55). [Электронный ресурс]. URL: https://zolteh.ru/interview/maksim_ivanovich_manchenko/ (дата обращения: 01.07.2023).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ РИСКОВ В РАМКАХ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В СФЕРЕ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА

Е. В. Коротковская

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского*
E-mail: korotkovskaya@yandex.ru

В статье показано, что развитие сферы физической культуры и спорта является прерогативой государства в рамках государственно-частного партнерства (ГЧП). Обосновывается, что вопросы распределения и возможной нейтрализации рисков при заключении соглашения о ГЧП являются ключевыми. Представлены формы привлечения денежных средств инвестора для реализации ГЧП проектов и возможности снижения рисков.

DISTRIBUTION AND NEUTRALIZATION OF RISKS WITHIN THE FRAMEWORK OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP IN THE FIELD OF PHYSICAL CULTURE AND SPORTS

E. V. Korotkovskaya

The article shows that the development of the sphere of physical culture and sports is the prerogative of the state within the framework of public-private partnership (PPP). It is proved that the issues of distribution and possible neutralization of risks when concluding a PPP agreement are key. The forms of attracting investor funds for the implementation of PPP projects and the possibility of reducing risks are presented.

В настоящее время Россия существует в условиях обострившихся политических, экономических и социальных проблем, что повышает уровень напряжения в обществе и требует решения вопросов укрепления и сохранения психического и физического здоровья населения. Кроме того, в Российской Федерации сохраняется социально-демографическая проблема, также отражающаяся на состоянии здоровья населения страны.

Развитие массового спорта сегодня – это, прежде всего, общественная потребность и потребность человека. Если у граждан выработается привычка заниматься спортом, то решатся такие острые проблемы, как алкоголизм, наркомания, безнадзорность детей. Спорт является эффективным инструментом комплексного развития страны. Спорт – это особый вид физической или интеллектуальной деятельности, осуществляемой с целью соревнования, а также целенаправленной подготовки к ней посредством разминки, тренировки. Развитие сферы физической культуры и спорта является прерогативой государства в рамках государственно-частного партнерства (ГЧП). При этом, необходимо четко понимать, что эта сфера является высокорискованной, особенно в части

ее финансирования. Разберемся в данной проблеме.

Не редки случаи, когда сравнительно небольшие проекты закрывают свою потребность в долговом финансировании за счет кредита одного банка. Например, по завершении строительства тех, или иных объектов сферы физической культуры и спорта риски проекта снижаются, что влечет за собой снижение стоимости кредитов, и происходит перекредитование.

Отметим, что в рамках модели DFBO с частной стороной заключается контракт на проектирование, строительство, эксплуатацию и финансирование объекта в течение определенного периода, после чего объект возвращается в государственный сектор. Объект принадлежит частному лицу на период действия контракта и возмещает затраты за счет государственных субсидий. Начало платежей наступает только после начала оказания услуг. Одной из важных причин выбора именно ГЧП как формы реализации проекта стало поощрение творчества и инноваций в дизайне, при одновременном соблюдении гарантии его жизнеспособности. Это попытка в балансировании передачи риска, вознаграждения и контроля, предполагающее его распределение между сторонами, что лучше всего подходит для управления рисками. Обращает на себя внимание подход к выделению трех основных компонентов нового подхода к возрождению городов:

- создание и расширение новых культурных пространств для отдыха и потребления за счет разработки флагманских проектов в центральных районах города;
- продвижение концепции города и маркетинга мест вокруг нового предпринимательства и физической реконструкции;
- режимы финансирования физической реконструкции посредством новых форм партнерства (ГЧП).

Такой комплексный и системный подход позволяет сфокусировать внимание не только на возможности привлечения частного бизнеса к решению социальных проблем, но очерчивает широкую перспективу масштабного развития территории, которая в том числе сулит существенные экономические выгоды участникам. Вопросы распределения и возможной нейтрализации (минимизации) рисков при заключении соглашения о ГЧП являются ключевыми, как показывает исследованная практика реализации проектов. Разумное и обоснованное распределение рисков является залогом успешной реализации ГЧП-проектов. Именно этим проблемам посвящено исследование S. Kennedy и Mark S. Rosentraub [1]. В исследовании речь идет об определении инструментов защиты интересов публичной стороны, участвующей в ГЧП. Риски публичной стороны при этом связаны с особенностями ГЧП в сфере спорта в США. Начиная с 1991 г., крупные спортивные команды в США начали проводить домашние матчи на реконструированных объектах. Этот опыт целесообразно использовать в российской практике ГЧП.

Самым распространенным способом финансирования проектов ГЧП является привлечение банковского кредита. Однако и здесь имеются свои слож-

ности, ведь далеко не все банки финансируют ГЧП проекты. Это связано с тем, что банки, выдающие долгосрочные займы под масштабные ГЧП проекты имеют существенный риск невозврата денежных средств. По состоянию на 2022 год выделяют ТОП банков (Газпромбанк, ВТБ, Сбербанк), которые имеют практику кредитования ГЧП-проектов. Несмотря на имеющиеся риски, кредитные займы широко используются при реализации ГЧП проектов, они зачастую являются основным источником финансирования наряду с собственными средствами инвестора.

Как показывает положительная практика развития ГЧП в сфере физической культуры и спорта, одной из уникальных форм привлечения денежных средств инвестора для реализации ГЧП проектов служат: выпуск облигаций в рамках концессионного соглашения и использование средств негосударственных пенсионных фондов.

Таким образом, можно выделить ряд проблем в области финансирования ГЧП проектов в сфере физической культуры и спорта:

- недостаточный уровень развития бюджетных и финансовых механизмов для эффективной реализации ГЧП проектов;
- ограниченный круг кредитных учреждений, финансирующих проекты ГЧП;
- неразвитость системы страхования ГЧП проектов от рисков, связанных с неисполнением обязательств государством;
- при выборе объекта финансирования в большинстве случаев государство ставит акцент на реализацию крупномасштабных ГЧП проектов, требующих большого объема инвестиций частного бизнеса;
- ограниченность реальных источников финансирования проектов ГЧП.

Савченко Я.В. предлагает альтернативную модель для реализации проектов в сфере физической культуры и спорта – осуществление проектов на основе контрактов жизненного цикла.

К основным отличиям контракта жизненного цикла по сравнению с концессионным соглашением относятся: отсутствие концессионных и арендных платежей за пользование спортивным объектом, большая степень рисков для частного партнера (при реализации концессионного соглашения риски распределяются между государством и частным партнером), в случае достижения договоренности частный партнер может разделить права собственности на создаваемый объект с государством.

По мнению исследователя, модель контракта жизненного цикла объекта позволяет частному партнеру заключать соглашение на более длительный срок эксплуатации объекта, освобождает его от платежей государству за пользование инфраструктурным объектом, а также позволяет получить «плату за сервис» от государства.

Основным источником финансирования значимых проектов в сфере физической культуры и спорта являются государственные программы, в частности, федеральная целевая программа «Развитие физической культуры и спорта

в Российской Федерации Этап I: 2013-2021 г., Этап II: 2022-2030 г.» [2], государственная программа «Доступная среда» Этап I: 2011-2021 г., Этап II: 2022-2030 г., которая направлена на формирование системы комплексной реабилитации и реабилитации инвалидов, в том числе детского возраста, а также другие государственные программы, направленные на развитие физической культуры и спорта по субъектам РФ.

Выделяется принцип мобилизационной концентрации ресурсов, сфокусированный на достижение пролонгированных целей, где риски и отдача превышают возможности частных игроков.

Основными проблемами реализации механизма ГЧП в сфере ФК и спорта являются:

- отсутствие программы привлечения инвестиций в данную сферу на региональном уровне;
- отсутствие четкой мотивации для частных инвесторов;
- отсутствие программы работы с конечным потребителем (населением) для оказания услуг в сфере физической культуры и спорта;
- недостаточное количество квалифицированных менеджеров в сфере физической культуры и спорта, способных управлять спортивными объектами;
- отсутствие налаженного механизма взаимодействия частного бизнеса и государства в регионе, а именно, единой нормативной базы, регулирующей данный механизм;
- неопределенность в сфере государственных форм собственности, зачастую недоверие частного бизнеса к относительно новому инструменту ГЧП, а также неспособность покрыть банковские риски;
- правила бюджетного учета и установления тарифов, не предоставляют необходимые гарантии потенциальному частному инвестору по определению уровня будущих денежных потоков для окупаемости проектов (установленная Федеральной службой по тарифам система тарифов создает дополнительные трудности для участников сделок ввиду ее фактического дублирования при расчетах, проводимых потребителями за все коммунальные услуги);
- стоимость строительства 1 кв. м. объекта спортивной инфраструктуры существенно отличается в зависимости от региона его реализации, что говорит об отсутствии единых стандартов строительства в стране и существенных региональных отличиях;
- не проработан вопрос залогового законодательства, что создает проблемы для банков по финансированию подобных союзов на основе проектного финансирования, а также выделяются неблагоприятные условия налогообложения для инвесторов. Что так же ведет к риску.

Следовательно, выше перечисленные проблемы являются существенным препятствием для эффективного функционирования ГЧП во многих регионах РФ, и на основе выделенных проблем можно сформулировать ряд предложений по их решению:- привлечение квалифицированного персонала в сферу физической культуры и спорта; - расширение функциональных возможностей спортивных

объектов (предоставление частному бизнесу в спортивных объектах площадей для ведения бизнеса, выставок, презентаций);- предоставление рекламных площадей инвесторам внутри спортивных объектов и на прилегающей к ним территории; - создание на региональном уровне грантовой системы поддержки частного бизнеса в сфере физической культуры и спорта. Решение этих проблем будет способствовать распределению и нейтрализации рисков между сторонами государственно-частного партнерства в сфере физической культуры и спорта

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Kennedy S., Mark S. Rosentraub* Public-Private Partnerships, Professional Sports Teams and the Protection of the Public's Interests // *The American Review of Public Administration*. 2000. Vol. 30 (4). P. 436-459. [Electronic resource]. URL: <https://doi.org/10.1177/02750740022064768> (date of application: 06.09.2023).
2. Официальный сайт. Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: <https://mintrud.gov.ru/ministry/programms/3/0?ysclid=li22k5besg67412724> (дата обращения: 25.09.2023).

ГЛОБАЛЬНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: ЭКОНОМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ И РИСКИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В МИРЕ И РОССИИ

В. А. Максимов

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: maxvad53@yandex.ru

В статье рассматриваются основные проблемы развития современного мирового хозяйства в сфере минерально-сырьевой базы редких и редкоземельных металлов. Уточняется их роль в применении новых технологий и конечных продуктов. Даются экспертные оценки последствий добычи и переработки, указывающие, что экспоненциальный рост может привести к негативным экологическим последствиям. Возникают риски потери ресурсного суверенитета вследствие негативной экономической политики как развитых, так и развивающихся стран. Указывается, что состояние российской экономики испытывает недостаточное внимание к обеспечению использования критически важных минералов.

GLOBAL ECONOMIC SECURITY: ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL CHALLENGES AND RISKS IN THE PROVISION OF MINERAL RESOURCES IN THE WORLD AND RUSSIA

V. A. Maksimov

The article deals with the main problems of the development of the modern world economy in the field of mineral resources of rare and rare earth metals. Their role in the application of new technologies and end products is being clarified. Expert assessments of the consequences of mining and processing are given, indicating that exponential growth can lead to negative environmental consequences. There are risks of loss of resource sovereignty due to ill-conceived economic policies of both developed and developing countries. It is indicated that the state of the Russian economy is experiencing insufficient attention to the use of critically important minerals.

Экономическая политика ведущих стран мира с начала 2000-х годов основана на трёх составляющих: климатический переход, «зелёная» революция, декарбонизация применяемых технологий. Следование таким императивам повлекло целый ряд последствий, непреднамеренных осложнений, структурных изменений и непредвиденных затрат во всём мировом хозяйстве. Под эгидой ООН были разработаны в 2015г. цели устойчивого развития (ЦУР), ориентированные на снижение турбулентности глобального рынка и неопределённости в достижении экономического роста. Экспертное сообщество выражало обоснованное сомнение и подчёркивало опасности, особенно в сфере наращивания добычи редких минералов и их переработки. Применение такого сырья чрезвычайно необходимо для электронной промышленности и средств связи, но воз-

никает ординарный экономический парадокс: чем пристальней внимание к одному показателю (игнорируя сходные) или цели (без взвешенных способов их достижения), тем учащаются ошибки (измерения), а результат будет не соответствовать прогнозам и ожиданиям. Характеризуя экологические риски, эксперты операционно аргументировали, что обеспечение процессов производства и потребления таких ресурсов ради близлежащей выгоды приведёт в перспективе к экспоненциальной нагрузке на окружающую среду, планетарным ландшафтными изменениям и аграрным (водным и продовольственным) кризисам.

Третье направление развивается в виде IV Промышленной революции или реиндустриализации, открывающей новый, «светлый», путь к устойчивому экономическому росту [1]. Он предполагает разработку и внедрение более совершенных технологий с опорой на уникальные свойства редких и редкоземельных металлов. Если применение в промышленных целях основных металлов или рудных материалов (железо, медь, алюминий, олово, свинец) за 50 лет (1965-2015) увеличилось в 5 раз, то использование редкоземелов – в 30 раз. Ранее добыча редких металлов шла как сопутствующая основным, с начала же XXI века стали осваиваться отдельные месторождения, особенно в развивающихся и бедных странах. Причём большинство таких металлов невозможно заменить никакими аналогами [2]. При этом указывается, что для успешного перехода на возобновляемые источники энергии придётся удваивать производство редких и редкоземельных металлов каждые 15 лет. Отказываясь от ископаемого топлива, мировая экономика и социум попадает в более сильную зависимость. Развитие робототехники, искусственного интеллекта, цифровой медицины и биотехнологий, мобильной связи, нанoeлектроники немыслимы без этих минералов. Чтобы получить 1 кг железа необходимо переработать 16,6 кг руды, 1 кг ванадия – 8,5 т руды, 1 кг церия – 16 т, 1 кг галлия – 50 т, 1 кг лютеция (используется в передатчике бета-излучения) – 1200 т. Следует отметить, что в электрических и гибридных автомобилях содержится от 9 до 11 кг редкоземелов, что в 2 раза больше, чем в бензиновых (табл. 1, 2).

Таблица 1

Состав металлов, содержащихся в электромобиле

Автомобильные компоненты	Редкие и редкоземельные металлы
Ветровое стекло с защитой от УФ-излучения	Церий
Стёкла и зеркала	Церий
Жидкокристаллический дисплей	Европий, Иттрий, Церий
Датчики комплектующих	Иттрий
Двигатель и электрический гибридный генератор	Неодим, Празеодим, Диспрозий, Тербий
Более 25 электрических моторов повсюду	Неодимовый магнит
Каталитический преобразователь	Церий, Цирконий, Лантан
Гибридные батареи	Лантан, Церий
Присадки к дизельному топливу	Лантан, Церий

Составлено по: [3]

Состав металлов, содержащихся в мобильных устройствах

Компоненты айфона	Основные, важные, редкие и редкоземельные металлы
Корпус	Углерод, магний, бром, никель
Экран	Индий, кислород, олово, алюминий, кремний, калий, иттрий, лантан, тербий, празеодим, европий, диспрозий, гадолиний
Аккумулятор	Литий, кобальт, углерод, алюминий, кислород
Электроника	Медь, серебро, золото, тантал, никель, диспрозий, гадолиний, кремний, кислород, сурьма, мышьяк, фосфор, празеодим, тербий, неодим, галлий, олово, свинец

Составлено по: [3]

По степени присутствия (распространения) в земной коре рудные металлы классифицируются на основные, важные, редкие и редкоземельные. К важным стали относить металлы, запасы которых находятся под угрозой роста спроса над предложением (например, металлический кремний) [3]. В перечень редких металлов включены 35 наименований (по данным USGS, Геологической службы США); несколько отличен список Европейской комиссии – 27. Востребованность в металлах постоянно возрастает: 1500г. – необходимо 7, 1900г. – 20, 2000г. – 86 (почти все по таблице Менделеева). Большинство редких и редкоземельных добывается в Китае. До 1965г. их добыча была сосредоточена в горных массивах Китая, Индонезии, ЮАР, СССР (Казахстан). С расширением и обновлением методов геологоразведки и промышленной добычи открываются месторождения, особенно в развитых странах – США, Франции, Австралии. Пиковые значения производства пришлись на конец 80-х годов, после которых разработка стала прекращаться в связи с масштабными экологическими загрязнениями. Один из мировых лидеров отрасли – шахта Маунтин-Пасс (Калифорния) породила песчаные бури, что привело к полному загрязнению почвы. Во Франции крупнейшее месторождение в Европе в Ла-Рошели, добывавшее и обогащавшее уран, тербий, диспрозий и неодим, столкнулось с отравлением населения выделявшегося газа радона и радиоактивным заражением, отходы напрямую сбрасывались в океан. В начале 90-х годов разработка в США и Франции рудных минералов практически свёрнута, очистка и переработка перенесены в Азию и Африку вместе с необходимыми технологиями. По сути, это означает потерю суверенитета в добывающей промышленности.

В результате такой политики повышаются политические риски, по форме восходящие к нефтяному кризису 70-х гг. XX века: как обновление дилеммы доминирования рынка производителя или рынка потребителя. Название «металлический» риск обусловлено шантажом с поставками и ценами, «чёрным» рынком, спекулятивными сделками. Возникает новое явление XXI века: национализм природных ресурсов (таб. 3). ЮАР ограничивает добычу и вывоз платины (1 место по запасам), Монголия устанавливает запрет для западных компаний на разведку и добычу редких металлов, Индонезия – запрет на их экс-

порт, включая олово, Аргентина приостанавливает (периодически) экспорт 37 металлов. Запретительные меры предприняты Ганой, Конго, Малайзией. Китай с 2010г. становится разработчиком политики «металлов влияния», ужесточая её с 2019г., применяя «грязные» технологии по очистке РМИ и РЗМ в бассейнах рек Хуанхэ и Янцзы. В санкционных конфликтах с США Китай наложил вето на поставки самария (используется для ракетного топлива), обладая 95% мировых запасов. В Европе в конце 2020г. разрабатывается план снижения зависимости континентальной промышленности в редком сырье, включая и вторичную переработку. План определил 2 фазы: 1 – использование собственных ресурсов и 2 – диверсификация поставок, что позволит (декларативно) осуществить плавный переход к «зелёной» экономике и повысить качество жизни.

Таблица 3

Основные производители рудных металлов, 2017 г.

Металлы	Мировые производители, %	Европейское наличие	Показатель замещения	Коэф. переработки, %
Сурьма	Китай-87, Вьетнам-11	–	0,91	28
Барит	Китай-44, Индия-18, Марокко-10	Германия, Англия, Турция	0,91	1
Бериллий	США-90, Китай-8	-	0,99	0
Висмут	Китай-82, Мексика-11, Япония-7	–	0,96	1
Борат	Турция-38,США-23, Аргентина-12	Турция	1	0
Кобальт	ДРК-64, Китай-5, Канада-5	Финляндия, Россия	1,0	0
Коксующийся уголь	Китай-54, Австралия-15, США-7, Россия-7	Россия, Польша, Германия, Чехия, Англия	0,92	0
Плавленый шпат	Китай-64, Мексика-16, Монголия-5	Испания. Германия, Болгария, Англия	0,98	1
Галлий	Китай-85, Германия-7, Казахстан-5	Германия, Украина, Венгрия	0,95	0
Германий	Китай-85, Финляндия-11, Канада и США–5	Финляндия, Россия	1	0
Гафний	Франция-43, США-41, Украина-8, Россия-8	Франция, Россия, Украина	0,93	1
Гелий	США-73, Катар-12, Алжир-10	Россия, Польша	0,94	1
Индий	Китай-41, Ю.Корея-15, Япония-10	Казахстан	0,94	1
Магний	Магний-87, США-5	Россия	0,91	9
Природный графит	Китай-69, Индия-12, Бразилия-8	Норвегия	0,95	3
Природный каучук	Таиланд-32, Индонезия-26, Вьетнам-8	–	0,92	1

Ниобий	Бразилия-90, Канада-10	–	0,91	0,3
Тантал	Руанда-31, ДРК-19, Бразилия-14	–	0,94	1
Природный фосфат	Китай-44, Марокко-13, США-13	Россия, Финляндия	1	17
Фосфор	Китай-58, Вьетнам-19, Казахстан-13, США-11	Казахстан	0,91	0
Скандий	Китай-61, Россия-26, Украина-7	Россия, Казахстан, Украина	0,91	0
Метал. кремний	Китай-61, Бразилия-9, Норвегия-7, США-6, Франция-5	Норвегия, Франция, Испания, Германия	0,99	0
Вольфрам	Китай-11, Россия-4	Россия, Португалия, Испания, Австрия,	0,94	42
Ванадий	Китай-53 ЮАР-25, Россия-20	Россия, Бельгия, Англия, Нидерланды, Германия	0,91	44
Платиноиды	ЮАР-83(иридий, платина, родий, рутений), Россия-46 (палладий)	Швейцария, Россия	0,93	14
Тяжёлые редкоземы	Китай-95	Россия	0,96	8
Лёгкие редкоземы	Китай-95	Россия	0,90	3

Источник: [4].

Россия испытывает критическую зависимость в большинстве важных, редких и редкоземельных металлов (таб.4), не смотря на огромные разведанные и подтверждённые запасы (10% в совокупности минерального сырья в мире и 16,6 редкоземов) [5]. Большинство из них низкого или среднего качества, труднодобываемые, рудные, а не соляные растворы при отсутствии современного технологического сопровождения и инфраструктуры. В 1997 было закрыто единственное в стране Колмозерское месторождение лития, запасы которого обеспечивали стране 3 место в мире, приостановлена работа на 17 месторождениях редких и редкоземельных минералов. В 2021г. действовало лишь одно - по добыче редкоземов, как попутный компонент апатитонелефелиновых руд – Ловозерское (Мурманская область). Присутствуют самарий, европий, кадмий, лантан, неодим, церий, ниобий, тантал, титан (до 1% тонне).

Правительство России в декабре 2020г. разработало «дорожную карту» возобновления и расширения месторождений РМ и РЗМ на условиях софинансирования с амбициозной задачей – выйти на 2 место в мире по их добыче [6]. В 2022г. был обновлён (впервые за 26 лет) список основных видов стратегического минерального сырья, доведя его с 29 до 61 [7]. Была утверждена Программа развития отрасли в рамках «Приоритетных проектов» с дополнительным бюджетным финансированием от ФРП на сумму 865 млн. рублей (подробная информация по исполнению закрыта); снижен НДС и разрешено ускорен-

ное лицензирование [8]. Сделано важное заявление о намерении интенсифицировать производство РЗМ путём переработки фосфогипсовых отвалов (предположительно их накопилось 200 млн. т), что даст 1 млн. т чистых металлов. [9]. Это соответствует общемировому тренду на экологически чистые отходы.

Таблица 4

Импорт, потребление, добыча важных и редкоземельных металлов, 2017 г.

Металлы	Масштаб, %	Страна	Потребление, т	Добыча, т
Марганец	50-75	ЮАР, Казахстан, Габон, Украина	1,1 млн.	1 млн. в руде
Хром	75 и более	Казахстан	1,4 млн.	500 тыс.
Олово	50-75	Индонезия	3,44 млн.	1.2 млн.
Титановая руда	Менее 25	США, Китай, Боливия, Норвегия	280 тыс.	10 тыс.
Алюминиевое сырьё	Менее 25	Казахстан, Австралия, Бразилия, Ямайка, Украина	7,2 млн.	2,8 млн. в бокситах
Уран	25-50	Казахстан, Украина, Австралия, Чехия	8-9 тыс.	3 тыс.
Редкоземы	75 и более	Китай	150 (в мире -63 тыс.)	Связанные полуфабрикаты, переработка в Эстонии

Источник: [6]

В апреле 2023 Еврокомиссия по редким металлам сделала заявление, что добыча редких металлов – ключевая отрасль ближайшего будущего [10]. Определила также опасности сегодняшнего дня: выраженный дефицит на рынке лития, но к 2924г. ожидается прорыв со стороны крупнейших сырьевых ТНК по вводу новых мощностей в 10-15 странах Африки и СНГ, включая Россию. Особенные риски связаны со всплеском цен не только на литий, но и на скандий, тербий и диспрозий. Последний имеет исключительное компонентное значение для изготовления магнитов, ветро-и электрогенераторов в автомобилях, ядерных реакторов и дозиметров. Цена за 1 кг поднялась с 170\$ (2018г.) до 403\$ (2023г.). Содержание металла в руде – 5 мг на 1 кг, отделение от других РЗМ технологически очень сложное и дорогостоящее. Рынок монополизирован Китаем, применяющим экологически опасные методы добычи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шваб К. Четвёртая промышленная революция / М. : Эксмо, 2018. 288 с.
2. Study on the review of the list of Critical Materials / Executive summary. Deloitte Sus-

tainability. 2017. 8 p.

3. *Питрон Г.* Третья цифровая война: энергетика и редкие металлы / М. : Изд-во АСТ, 2021. 320 с.

4. Commission europeene. Raw Material Unit (Belgique). [Electronic resource]. URL: https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials_fr (дата обращения 10.10.2023).

5. Росстат. Отчёт о социально-экономическом развитии Российской Федерации / М. : Федеральная служба государственной статистики, 2021. 1000 с.

6. РИА НОВОСТИ. Наука. 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://ria.ru/> (дата обращения 10.10.2023).

7. ГОСТ 34776 – 2021. Редкоземельные металлы, Термины и определения // Официальный сайт Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200181673?ysclid=lqazx1xknd911257642> (дата обращения 10.10.2023).

8. «ВЭД СЕГОДНЯ» (ved. today). Электронный журнал. 2018. [Электронный ресурс] .URL: <https://ved.today/> (дата обращения 10.10.2023).

9. Редкоземельные металлы дали приоритет // Эксперт. 2022. № 17-18. С. 8.

10. *Астапов А, Кудияров С.* Литий тоже будет наш // Эксперт. 2023. № 9. С. 26-29.

ЦЕННЫЕ БУМАГИ, ВЫПУЩЕННЫЕ НА ТОКЕНАХ В РОССИИ

А. Д. Межонов, В. В. Нарватов

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: amezhonov@list.ru, vadim.narvatov@mail.ru

В данном проекте рассматривается технологическое содержание криптовалюты, проведен анализ и сравнение мирового и российского рынка использование токенов, а также описаны драйверы и барьеры развития токенизации в России. Выделены характерные свойства множества различия известной крипто-единицы и токена. Описан тезис «токенизация», «криптовалюта» и «токеномика». Сформулирован и рассчитан график сравнения ВСАР и Bitcoin (BTC) на основе программных алгоритмов.

SECURITIES ISSUED ON TOKENS IN RUSSIA

A. D. Mezhonov, V. V. Narvatov

This project examines the technological content of cryptocurrency, analyzes and compares the global and Russian market for the use of tokens, and describes the drivers and barriers to the development of tokenization in Russia. Characteristic properties of a set of differences between a known crypto-unit and a token are highlighted. The thesis of "tokenization", "cryptocurrency" and "tokenomics" is described. A graph comparing BCAP and Bitcoin (BTC) based on software algorithms is formulated and calculated.

Ценные бумаги – это один из основных инструментов финансового рынка, который позволяет инвесторам получать доход от инвестиций в различные виды активов. С развитием технологий и появлением новых форматов финансирования, возникают новые возможности для выпуска ценных бумаг. В России уже появились первые примеры выпуска ценных бумаг на токенах, что открывает новые перспективы для инвесторов и эмитентов. Сегодня инвестиции в токены являются одним из самых популярных инструментов для инвесторов. В условиях рыночной экономики получение прибыли - движущий мотив инвестиционной деятельности. Для данной цели производятся конкретные товары, оказываются услуги, которые пользуются спросом, это важно, поскольку без этого пользы от инвестиций не будет. Причиной внедрения токенов становится моделирование альтернативной формы электронной валюты, которая может быть использована для покупки товаров и услуг в интернете, а также для инвестирования в различные проекты или криптовалюты. Криптовалюта - это цифровая форма денег, построенная на технологии блокчейн. Связь между криптовалютой и токенами заключается в том, что они оба представляют собой цифровые активы, которые могут быть использованы для совершения платежей, хранения и управления ценностями и правами в рамках блокчейн-сети. Однако, токены являются более узконаправленными и могут использоваться для более

специфических целей, чем криптовалюта.

Токен представляет собой цифровой актив, выпущенный на блокчейн-платформ, гарантирующий обязательства эмитента перед его владельцем. Токенизация позволяет представить ценные бумаги в цифровой форме и использовать их для электронных сделок и торговли обеспечивая простоту, эффективность и прозрачность. Это открывает новые возможности для инвесторов и эмитентов, позволяя им обмениваться и торговать такими ценными бумагами с использованием блокчейн-технологии. Токенизация акционерного капитала - это создание долевых единиц собственности, представленных цифровыми токенами или "монетами". Токенизация акционерного капитала стала популярной с появлением децентрализованных блокчейн-систем, позволяющих легко и доступно создавать, выпускать и передавать цифровые токены. Токенизированный акционерный капитал использовался в форме первичных предложений монет (ICO) для проектов на основе блокчейна, хотя его правовой и регулятивный статус как торгуемой ценной бумаги остается неопределенным.

В России пользуются популярностью следующие токены:

1. Aragon Network: АО – это криптовалютный токен, используемый в платформе для управления децентрализованными организациями. Токен АО используется для голосования по предложениям и принятию решений в рамках Aragon Network.

2. Spice – это токен, основанный на блокчейне SLP, который был разработан для внедрения в социальных сетях, в приложении телеграмма "SpiceBot", может использоваться для чаевых, премий и других микротранзакций и имеет свою экономику внутри приложения.

3. tZero является площадкой для цифровых активов и секьюритизации на базе блокчейна. Данный токен представляет интересы в активе компании и дает право на долю прибыли от владения акциями компании.

4. Blockchain Capital – это токен, являющийся венчурным фондом, инвестирующим в проекты на базе блокчейна. Токен BCAP дает держателям токенов доступ к дивидендам и другим преимуществам, связанным с владением акциями фонда.

На сегодняшний день востребованным для выкупа являются стейблкоины - это тип криптовалюты, которые привязан к активам для обеспечения стабильности и предсказуемости цены, характерных для большинства других криптовалют, таких как биткоин или эфириум. Основная цель - создать цифровой актив, цена которого не изменяется в короткие промежутки времени. Самыми известными являются USDT, Ethereum, Tron и Solana.

Не взаимозаменяемые токены (NFT) используют технологию блокчейна для подтверждения и отслеживания уникальности и подлинности каждого токена. В отличие от криптовалют каждый токен имеет свою собственную уникальность и не может быть заменен на другой. Токенизация – это процесс заещения ценностей (таких как деньги, акции, номера кредитных карт, медицинские записи) на токены, отражающие эти ценности, что делает торговлю

ими проще и безопаснее. По цели токенизация бывает: инвестиционная, криминальная, ликвидная, долевая. По степени вовлеченности активов: частичная, полная. По субъектам: организаций, финансовых посредников. Токены можно использовать для различных целей, например одним из наиболее известных примеров вложений в токены является ICO (InitialCoinOffering) – первичное размещение токенов. В ходе ICO компания предлагает токены инвесторам в обмен на криптовалюту или фиатные деньги. Это позволяет компаниям привлечь дополнительный капитал для развития проекта. Кроме того, существуют и другие варианты вложений в токены, такие как Security TokenOffering (STO) или Initial Exchange Offering (IEO). STO – это размещение токенов, которые имеют статус ценных бумаг и соответствуют регулирующим требованиям. IEO – это размещение токенов на крипто-валютной бирже, которое обычно проводится компанией эмитентом, сотрудничающей с биржей. В целом, вложения в токены являются высокорискованными, но прибыльными инвестициями, которые могут принести значительный доход в случае успешного развития проекта. Перед вложением в токены необходимо тщательно изучить проект, его команду и планы на будущее, а также учитывать риски, связанные с рынком криптовалюты и нестабильностью цен.

Токенизированные акции представляют собой цифровые токены, которые представляют доли в компании или акции на блокчейн-платформе. Эта концепция позволяет представить традиционные акции в цифровой форме, обеспечивая преимущества технологии блокчейна: прозрачность, безопасность и ликвидность. В разных странах существуют правила и нормативы, касающиеся выпуска и обращения таких акций. Поэтому перед инвестированием в токенизированные акции важно ознакомиться с законодательными требованиями и получить необходимые разрешения.

Также токенизация подходит для низколиквидных активов таких как произведения искусства и недвижимость. Такие дорогостоящие активы могут быть разделены на десятки, сотни или тысячи недорогих токенов, что повышает ликвидность и доступность для инвесторов. 2021 год ознаменовался активным ростом торгового объема токенизации. С января по март показатель российского рынка превысил отметку в \$2 млрд. Аналитики зафиксировали рост в размере 2053% по итогам квартала. Самые крупные сегменты этой ниши – коллекционирование и искусство. Их доля в общем объеме торгов – 48% и 43%. Технические параметры данной токенизации:

- активные адреса – 2,3 млрд, рост на 26%;
- покупатели – 1,3 млрд, +118%;
- продавцы – 300 млн, +129%.
- интенсивность торгов – \$2 млрд, +2053%.

Использование токенов компаниями в России может попасть под регулирование финансового и правового характера. При выпуске и использовании токенов компаниями необходимо соблюдать соответствующие законодательные требования. В наше время сейчас находятся несколько компаний, которые

вкладываются в токенизированный мир.

На рис. 1 представлен анализ инвестирования токенизации российского рынка, а также лидеры токенов в бизнесе.

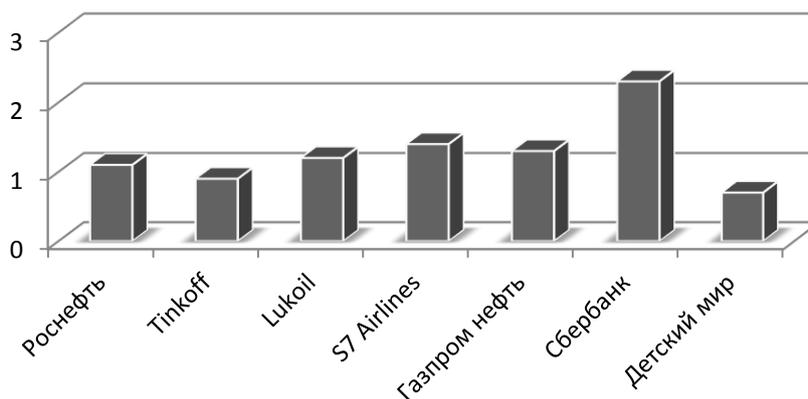


Рис. 1. Анализ токенизации компаний российского рынка (долларов)

На основании рис. 1, можно сделать вывод, что лидером сегодняшнего вложения в цифровую платформу токенов является Сбербанк. Детский мир сделал свое первое вложение в токены в 2020 году при этом не сдает позиции и попадает в топ 7 компаний инвестирования.

По уровню колебания ETH и BTC начали замечать, что существуют точки соприкосновения с значительным положительным и отрицательным прогнозом в несколько цифровых диапазонов. На рис. 2 проведен анализ и показана структура сравнения их интеграции инвестирования Ethereum и Bitcoin в мире за период с 1 января по 31 октября 2023 года (долларов).

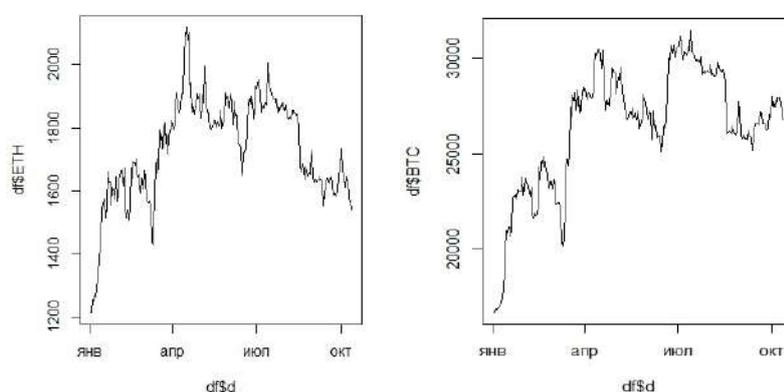


Рис. 2. Анализ сравнения инвестирования Ethereum и Bitcoin в мире за период с 1 января по 31 октября 2023 года.

На рис. 2, можно заметить, общую точку пика Ethereum и Bitcoin с апреля по июль, когда доллар стал увеличиваться в цене. Но на стадии снижения в это время повлияла ситуация хешрейта, то есть мощности вычислительных устройств, используемых для майнинга криптовалюты. Это произошло из-за

аварии на шахте в Китае и введения временного запрета на майнинг в провинции Сычуань. Упадок хешрейта повлиял на общую безопасность и эффективность сети Ethereum и Bitcoin, что отразилось на цене. По итогу, сравнительный анализ говорит о том, что между токеном и биткоином существует общая черта статистических данных и ценообразовательной политике колебаний.

Таким образом, российский рынок использования токенов находится на ранней стадии, но уже есть признаки роста и рост интереса к технологии токенизации. Следующие ключевые факторы определяют развитие российского рынка использования токенов:

1. Нормативно-правовая база: российское правительство предприняло шаги по созданию правовой базы для токенизации и торговли криптовалютами. В 2019 году был принят новый закон "О цифровых финансовых активах", который определил правовой статус цифровых активов и установил правила торговли криптовалютой и выпуска токенов. Эта правовая база создала ясность и стабильность для предприятий, работающих в сфере токенизации.

2. Принятие традиционными финансовыми учреждениями: традиционные финансовые учреждения в России начинают внедрять технологию токенизации. Например, в 2020 году Группа «Московская биржа» запустила пилотный проект по токенизации облигаций, выпущенных Фондом национального благосостояния России. Этот пилотный проект продемонстрировал потенциал токенизации для повышения эффективности и прозрачности традиционных финансовых рынков.

3. Интерес к токенизации недвижимости: недвижимость является популярным классом активов для токенизации в России. Токенизация недвижимости позволяет осуществлять дробное владение объектами недвижимости, что может облегчить инвесторам вложение средств в активы недвижимости.

4. Интерес к криптотрейдингу: криптотрейдинг также набирает популярность в России. По данным опроса, проведенного Российской ассоциацией криптовалют и блокчейна, число россиян, владеющих криптовалютами, увеличилось с 2% в 2018 году до 5% в 2020 году. Этот растущий интерес к криптовалютам создает большую пользовательскую базу для проектов токенизации в России.

5. Инновации в стартапах: в России есть несколько стартапов, которые сосредоточены на технологии токенизации. Например, Waves Platform - это блокчейн-платформа, которая позволяет выпускать и торговать пользовательскими цифровыми активами. Эта платформа использовалась несколькими российскими стартапами для привлечения капитала путем размещения токенов. Все эти факторы стимулируют развитие российского рынка использования токенов. Несмотря на санкции и запреты, желающих купить токены в России становится все больше. Можно сказать, что благодаря этим ограничениям граждане проявляют особый интерес к крипторынку как к одному из способов сохранения сбережений. На данный момент существует шесть вариантов покупки криптовалюты в РФ: биржи, криптокошельки, приобретение Token за

наличные, обменные пункты, P2P-платформы, Telegram-боты. Однако каждый обладает своими преимуществами и недостатками. Способы распределены по степени надежности и безопасности. В целом, рынок ценных бумаг на токенах в России имеет огромный потенциал для развития в России, однако необходимо разработать регулирование, которое обеспечит защиту интересов всех участников рынка, необходимо учитывать риски и следить за соответствием действий компаний требованиям законодательства. В целом, выпуск ценных бумаг на токенах может стать ключевым фактором привлечения инвестиций в экономику страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кешелава А. В., Буданов В. Г., Румянцев В. Ю.* Введение в «Цифровую» экономику / ВНИИГеосистем, 2021. 321 с.
2. *Дорожкин Ю. Ю.* Информационная открытость власти: реалии и проблемы / М. : Статут, 2020. 428 с.
3. *Жидкова О. А.* Этапы предоставления государственных услуг в электронном виде // Риск: ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. 2022. № 1. С. 230-233.
4. *Ключникова И. П., Волгушева А. С., Корчагина Я. Ю.* Проблемы правового регулирования виртуальной валюты в России // Молодой ученый. 2020. № 11. С. 208-211.
5. Курс биткойна к доллару на сегодня, график, динамика в реальном времени. [Электронный ресурс]. URL: [http:// bitcoin-zone.ru](http://bitcoin-zone.ru) (дата обращения: 03.10.2023).
6. *Лихута В., Каплан А., Гадомский Д., Король К., Гелетканич О., Гаврыляк О., Оттер Т.* Правовое регулирование криптовалютного бизнеса. Отчет компаний Axon Partners и ForkLog Research, февраль 2022. [Электронный ресурс]. URL: <http://axon.partners/wp-content/uploads/2022/02/GlobalIssues-of-Bitcoin-Businesses-Regulation.pdf> (дата обращения: 03.10.2023).
7. *Лысенко Ю. В.* Цифровая KRI-технология управленческих единиц // Вестник Московского финансово-юридического университета. 2019. № 2. С. 218-227.
8. Обзор Банка России по криптовалютам, ICO и подходам к их регулированию. Москва. 2021. [Электронный ресурс]. URL: http://www.cbr.ru/content/document/file/36009/rev_ico.pdf. (дата обращения: 03.10.2023).
9. *Свон М.* Блокчейн. Схема новой экономики / М. : Олимп-Бизнес, 2021. 240 с.
10. *Цинделиани И. А., Нигматулина Л. Б.* Криптовалюта как объект гражданско-правового и финансово-правового регулирования // Финансовое право. 2020. № 7. С. 35-38.

АРХИТЕКТУРА СИСТЕМНОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЦИФРОВОЙ ЗРЕЛОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Е. В. Орлова

Уфимский университет науки и технологий, Россия
E-mail: ekorl@mail.ru

Цифровая зрелость различных бизнес-процессов предприятия может сильно отличаться. Это должно быть учтено при разработке инициатив цифровой трансформации и обеспечивать внедрение дифференцированных инструментов цифровизации. Рассматривается системная модель оценки цифровой зрелости промышленного предприятия, отличающаяся от других тем, что она направлена на комплексную оценку зрелости предприятия с его системой управления и цифровой зрелости основных, вспомогательных бизнес-процессов и технологических решений. Модель имеет модульную архитектуру и использует методы качественного и количественного анализа. Она позволяет выявить сильные и слабые стороны функционирования предприятия, определить возможности и приоритетность реализации цифровых инновационных решений.

ARCHITECTURE OF A SYSTEM MODEL FOR DIGITAL MATURITY ASSESSMENT OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

E. V. Orlova

The digital maturity of different business processes of an enterprise can vary greatly. This must be taken into account in digital transformation initiatives development and ensure the implementation of differentiated digitalization tools. A new system model for assessment of an industrial enterprise digital maturity is considered, which differs that it is aimed at a comprehensive assessment of an enterprise maturity with its management system and the digital maturity of main, auxiliary business processes and technological solutions. The model has a modular architecture and uses qualitative and quantitative analysis methods. It allows to identify the strengths and weaknesses of an enterprise performance, determining the opportunities and priorities for the digital innovative solutions implementation.

В настоящее время разработано множество методов и моделей оценки цифровой зрелости предприятий [1-4], отличающихся составом анализируемых подсистем, набором факторов внутренней и внешней среды, инструментарием оценивания (эмпирическое оценивание, теоретическое познание, логические методы, квалиметрическое оценивание, методы сравнения и др.). В мире и России наибольшее распространение получили модель оценки цифровой зрелости, предложенная Национальной академией наук и техники Германии, модель трансформации бизнеса компании Deloitte, модель агентства Arthur D. Little, модели компаний KPMG, IM, KMDA, BCG.

Существующие подходы и модели не в полной мере учитывают специфи-

ку промышленных предприятий и не обеспечивают системную оценку его готовности и цифровой зрелости, что отрицательно влияет на формирование стратегического плана и дальнейшую реализацию инициатив цифровой трансформации. Комплексный подход к выработке стратегии цифровой трансформации позволит учесть разнородные, динамические и стохастические характеристики внутренней и внешней среды предприятия, согласовать в процессе разработки противоречивые интересы заинтересованных сторон. А модель цифровой зрелости как составная часть стратегии позволит предприятию идентифицировать свое позиционирование в отрасли, обоснованно выбирать цифровые технологии, обеспечивая свое инновационное развитие.

Для того, чтобы начать работу по цифровой трансформации предприятию необходимо определить степень готовности к построению последовательности мероприятий и трансформационных инициатив. Для этого требуется определить не только уровень цифровой готовности (зрелости), но и готовности предприятия в целом с точки зрения его способности достигать поставленных стратегических целей и добиваться успеха в сложной, динамичной среде. Эта задача может быть решена на основе использования комплексного подхода к оценке на базе модульной оценки цифровой зрелости предприятия, см. рисунок.



Модульная архитектура системной модели оценки цифровой зрелости предприятия

Системная модель оценки цифровой зрелости имеет двухслойную архитектуру и состоит из модуля верхнего уровня оценки зрелости предприятия, сформированного в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9004-2019 «Менеджмент качества. Качество организации. Руководство по достижению устойчивого успеха организации» [5]. Модуль верхнего уровня реализует оценку уровня зрелости компании, объединяющей оценку руководства, стратегии, системы менеджмента ресурсов и менеджмента процессов предприятия с целью выявления сильных и слабых сторон, а также возможностей для реализации инновационных решений, в том числе цифровой трансформации. По результатам этой оценки можно судить о рисках и возможностях системы управления предприятием, степени достижимости поставленных целей [6-8].

Модуль нижнего уровня идентифицирует уровень цифровой зрелости отдельных бизнес-процессов предприятия, которые можно разбить на три группы:

- основные бизнес-процессы – опытно-конструкторские работы, материально-техническое оснащение и закупки, подготовка и реализация производственных процессов, логистические и маркетинговые процессы;
- вспомогательные бизнес-процессы, включающие процессы стратегического управления, управление финансами, документооборотом и информационными процессами, управление кадрами и безопасностью;
- технологические решения – единое информационное пространство, применение сквозных цифровых технологий, средства защиты информации.

В результате оценки на основе модели верхнего уровня формируется набор локальных оценок, показывающих уровень зрелости предприятия в целом. Модель нижнего уровня дает фокусные (конкретные) оценки того, по каким направлениям и производственным бизнес-процессам нужно прилагать особые усилия для повышения степени их готовности к цифровизации. Например, цифровая зрелость разных бизнес-процессов (основных, вспомогательных) предприятия может характеризоваться различными значениями, что должно быть учтено при разработке конкретных инициатив цифровой трансформации и обеспечивать внедрение дифференцированных инструментов цифровизации.

Объективная и оперативная оценки цифровой зрелости позволит предприятию в дальнейшем за счет правильного выбора цифровых технологий и организации своих бизнес-процессов обеспечить рост конкурентоспособности. Это может быть обеспечено за счет следующих факторов:

- потребности заинтересованных сторон (заказчиков, поставщиков, кредиторов) будут отслеживаться и удовлетворяться в максимально короткие сроки;
- разработка и внедрение инновационных решений будет осуществляться с учетом динамики факторов внешней и внутренней среды;
- формирование адаптивной системы мотивации и вовлеченности работников.

Показатели зрелости характеризуют практически всю деятельность пред-

приятия в отношении системы управления на основе принципов менеджмента качества: планирование процессов и управление процессами на предприятии; взаимодействия заинтересованных сторон (поставщиков, работников, инвесторов, акционеров, потребителей, общества), их потребностей и ожиданий; разработки стратегии и политики предприятия; организации процесса обучения, анализа и оценки результатов деятельности [9-12].

Оценку степени готовности к цифровой трансформации необходимо проводить на основе совместного использования количественных и качественных методов. Количественные методы используются для проведения технико-экономического и финансового анализа деятельности предприятия. Для формирования оценок по блокам оценки зрелости предприятия и оценки цифровой зрелости бизнес-процессов используется самообследование на основе специально разработанных анкет. Качественная оценка, как правило, осуществляется на основе пятибалльной оценки от начального первого уровня до продвинутого пятого [13], и реализуется на основе анкетирования.

Предложенная модель позволит проводить скоординированную оценку цифровой готовности как основных (производственно-экономических), так и вспомогательных (организационно-управленческих) процессов, выявлять и выстраивать приоритетность процессов, требующих трансформации, а также обосновывать выбор технологий для развития цифровых возможностей предприятия.

Таким образом, комплексная оценка цифровой зрелости на основе предлагаемой модели позволит проводить анализ ключевых направлений деятельности предприятия, оценку комплекса корпоративных условий для проведения цифровой трансформации, отражает степень приспособленности цифровой инфраструктуры к внедрению цифровых технологий, уровень цифровых компетенций сотрудников предприятия, а также обеспечит базис для отраслевых и кросс-отраслевых сопоставлений предприятия и его конкурентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Димитрова Л. А.* Метод оценки уровня зрелости организации на основе использования интеллектуальных информационных систем: дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук. Ростов-на-Дону, 2022. 208 с.
2. *Балахонова И. В.* Оценка цифровой зрелости как первый шаг цифровой трансформации процессов промышленного предприятия / монография. Пенза : Изд-во ПГУ, 2021. 276 с.
3. *Кафиятуллина Ю. Н., Курочкин Д. А., Сердечный Д. В.* Принципы цифровой трансформации бизнеса в современных условиях. Часть II // Вестник университета. 2022. № 7. С. 46-53.
4. *Рахлис Т. П., Исаева М. М.* Оценка цифровой зрелости промышленного предприятия: методологический аспект // Российские регионы в фокусе перемен: сборник докладов в двух томах. 2022. Т. 1. С. 480-484.
5. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р ИСО 9004-2019 «Менеджмент качества. Качество организации. Руководство по достижению устойчивого успеха организации» (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и мет-

рологии от 20 августа 2019 г. № 514-ст).

6. Орлова Е. В. Модели и механизмы согласованного управления производственно-экономической системой: автореферат дисс. на соискание уч. степени доктора техн. наук. Москва, 2018. 38 с.

7. Orlova E. V. Decision-Making Techniques for Credit Resource Management Using Machine Learning and Optimization // Information. 2020. Vol. 11. No. 3. P. 144.

8. Исмагилова Л. А., Орлова Е. В. Стратегия и принятие решений. Уфа: УГАТУ, 2005. 156 с.

9. Орлова Е. В. Инженерия системного синтеза эффективности инновационных проектов // Программная инженерия. 2019. Т. 10. № 11-12. С. 430-439.

10. Орлова Е. В. Управление производительностью труда с учетом факторов здоровья: технология и модели // Управленец. 2020. № 6. С. 57-69.

11. Orlova E. V. Methodology and Models for Individuals' Creditworthiness Management Using Digital Footprint Data and Machine Learning Methods // Mathematics. 2021. Vol. 9. No. 15.

12. Orlova E. V. Design Technology and AI-Based Decision Making Model for Digital Twin Engineering // Future Internet. 2022. Vol. 14. 248.

13. Мишин С. Уровень зрелости организации. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ippnou.ru/article.php?idarticle=003209> (дата обращения: 29.09.2023).

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВОГО РЫНКА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ПЕРИОД САНКЦИЙ

А. А. Русина, В. Д. Корнеева

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: anya-rusina03@mail.ru, Placerelax1@gmail.com

Основные направления развития финансового рынка Российской Федерации (ОТРФР) – это один из среднесрочных документов, которые составляет Банк России. Он принимается ежегодно на период в три года. Эта конференция не охватывает все поставленные задачи, которые необходимо будет решить в ближайшие годы. Существует множество направлений развития финансового рынка, но в нашей работе мы рассмотрим две основных [1].

THE MAIN DIRECTIONS OF THE FINANCIAL MARKET OF THE RUSSIAN FEDERATION DURING THE SANCTIONS PERIOD

A. A. Rusina, V. D. Korneeva

The main directions of the development of the financial market of the Russian federation (rdfr) is one of the medium – term documents that the bank of Russia draws up. it is adopted annually for a period of three years. this conference does not cover all the tasks that will need to be solved in the coming years. there are many directions for the development of the financial market, but in our work, we will consider two main ones.

Банк России и Правительство Российской Федерации приняли масштабные меры для преодоления последствий санкций:

- Были введены контрольные механизмы для регулирования потока капитала. Ключевая процентная ставка временно повысилась до 20%, а затем постепенно снижалась до 15%.
- Банковский сектор был обеспечен необходимой ликвидностью.
- Торги акциями и облигациями были приостановлены, короткие продажи запрещены, а выполнение сделок нерезидентами ограничено.
- Механизмы были разработаны для исполнения обязательств российскими компаниями перед отечественными инвесторами по ценным бумагам, которые ранее были размещены за границей.
- Временно допущено отклонение эмитентами от раскрытия информации и публикации финансовой отчетности. Был предоставлен широкий спектр регуляторных послаблений для всех участников рынка [2].

Экономические санкции – это инструмент внешней политики, который направлен на смену политического режима, дестабилизации политической системы страны-адресата, а также подрыв и ограничение военно-промышленного потенциала для военного сдерживания страны.

Для того, чтобы оценить влияние санкционных ограничений на финансовый рынок, необходимо систематизировать их по направлениям действия. Из рисунка 1 видно, что существует 6 направлений действия санкционных ограничений, которые действуют на финансовый рынок. Первое ограничение- персональные санкции, которые направлены на высшее руководство.

Следующее направление санкций – ограничение деятельности кредитных организаций. Они были направлены на отключение части банков России от международной системы SWIFT. Это ограничило поступление валюты в банки России из-за рубежа. Первыми банками, которые были отключены от SWIFT в результате западных санкций были: ВТБ, Открытие, Промсвязьбанк, Совкомбанк и Банк «Россия». Позже к этому списку добавились следующие банки: СберБанк, Россельхозбанк, Московский кредитный банк. Данным банкам стало невозможно осуществлять международные операции в долларах и евро, в результате чего кредитные организации стали распродавать свои зарубежные активы, ликвидировать свои дочерние организации во многих странах, а также продавать свои доли в капиталах в иностранных организациях.



Направления действия санкций на финансовый рынок

Роль финансового рынка в трансформации экономики:

- Расширение кредитных услуг банков для поддержки экономического роста и структурных изменений.
- Развитие и продвижение инвестиционных продуктов и возможностей для граждан.
- Участие рынка капитала в финансировании экономического роста.
- Финансирование “зеленой” энергетики и социальных проектов.
- Развитие деловых отношений, повышение прозрачности и совершенствование регулятивной среды для обеспечения эффективного функционирования рынка.
- Продвижение развития страхового сектора.
- Обеспечение стабильности и надежности финансовых организаций.
- Защита прав инвесторов и потребителей, улучшение доступности и по-

вышение качества финансирования.

При разработке и выполнении ОНРФР учитываются факторы, которые могут затруднить достижение поставленных целей и замедлить восстановление экономики и структурных преобразований. К таким факторам относятся:

- Ухудшение геополитической ситуации,
- Введение новых санкций
- Замедление роста мировой экономики и ускорение инфляции,
- Несоответствие фактических сроков принятия решений плану
- Недостаток финансовых ресурсов для проведения необходимых мероприятий.

Для того чтобы контролировать прогресс в достижении целей развития финансового рынка, Банк России проводит наблюдение за изменениями ряда индикаторов.

Динамика индикаторов, предложенных ЦБ России

30.06.2022 года	Первое полугодие 2022 года	Первое полугодие 2022 года	Май 2021 года
105 %	78,8 %	68,6 %	49,7 балла
Отношение активов финансовых организаций к ВВП	Уровень цифровизации финансовых услуг для физических лиц	Уровень цифровизации финансовых услуг для юридических лиц	Композитный индекс удовлетворенности населения работой финансовых организаций, финансовыми продуктами (услугами) и каналами предоставления финансовых услуг

Анализируя таблицу, можно сделать вывод о предстоящем росте показателя. Это объясняется тем, что финансовый рынок является сложной и динамично меняющейся системой, подверженной воздействию участников рынка и различных экономических, технологических и других факторов, не связанных напрямую с Банком России и Правительством Российской Федерации. Следовательно, оценка эффективности политики должна учитывать эти изменяющиеся внутренние и внешние факторы, чтобы достичь конкретных целевых значений развития финансового рынка.

В условиях санкций и ограничений в отношениях с западными странами, России необходимо активно развивать и укреплять внешнеэкономические и финансовые связи с дружественными государствами. Это включает создание необходимой инфраструктуры, установление взаимосвязей, каналов платежей и расчетов. Основным приоритетом является переход к использованию валют дружественных стран в международных расчетах и создание условий для использования российского рубля в трансграничных операциях.

Санкции, введенные против России, имеют различные формы и направлены на разные секторы экономики. Многие российские банки и компании не

имеют доступа к международным рынкам капитала, что затрудняет их финансирование и развитие.

Также санкции могут ограничить доступ к новым технологиям и инвестициям в энергетический сектор, что может затормозить развитие и снизить конкурентоспособность России на мировом рынке. Западные компании ограничивают сотрудничество с российскими нефтегазовыми компаниями, что приводит к снижению инвестиций в эту отрасль и ухудшению технологического развития.

Кроме того, санкции могут привести к ограничению доступа к рынкам других стран, что может существенно снизить объемы экспорта и импорта. Многие российские компании сталкиваются с ограничениями в торговле с западными партнерами, что приводит к снижению объемов экспорта и импорта.

В целом, санкции оказывают значительное воздействие на все аспекты общественной жизни в России. Они приводят к снижению экономического роста, ухудшению финансовой стабильности и ограничению доступа к новым технологиям. Однако, Россия также предпринимает шаги для смягчения влияния санкций, развивая отечественные альтернативы и укрепляя свои экономические связи с другими странами.

Но, невозможно полностью устранить последствия санкций, и оценка их полного экономического воздействия требует длительного времени. Поэтому Правительству РФ и Центральному банку РФ необходимо непрерывно анализировать финансовый рынок с целью минимизации этих последствий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Издания Банка России: «Основные направления развития финансового рынка Российской Федерации» на сайте Банка России 2022 года. [Электронный ресурс]. URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/143773/onfr_2023-2025.pdf (дата обращения: 12.09.2023).
2. Молчанов И. Н. Экономические санкции и финансовая система России // Финансы: теория и практика. 2022. С. 57-58. [Электронный ресурс]. URL: <http://elib.fa.ru/art2017/bv2239.pdf/download/bv2239.pdf> (дата обращения: 19.09.2023).

АГРОСТРАХОВАНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

З. М. Таджибаев

Ферганский государственный университет, Узбекистан

E-mail: z-tojiboev@yandex.ru

Статья представляет собой исследование текущего состояния агrostрахования в Узбекистане и рассматривает перспективы его дальнейшего развития. В ней рассматриваются ключевые аспекты агrostрахования, включая его значение для сельского хозяйства и сельскохозяйственных производителей, анализируются существующие программы и меры поддержки в данной области, и выдвигаются рекомендации по улучшению системы агrostрахования в стране. Статья также обсуждает важность агrostрахования в смягчении финансовых рисков, связанных с природными бедствиями и климатическими изменениями, и подчеркивает роль государства и страховых компаний в развитии этой отрасли в Узбекистане. В результате, статья предоставляет полное представление о текущем состоянии агrostрахования в Узбекистане и указывает на пути усовершенствования данной системы в будущем.

AGRICULTURAL INSURANCE IN THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN: THE STATE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT

Z. M. Tajibaev

The article is a study of the current state of agricultural insurance in Uzbekistan and examines the prospects for its further development. It examines key aspects of agricultural insurance, including its importance for agriculture and agricultural producers, analyzes existing programs and support measures in this area, and makes recommendations for improving the agricultural insurance system in the country. The article also discusses the importance of agricultural insurance in mitigating financial risks associated with natural disasters and climate change, and highlights the role of the state and insurance companies in the development of this industry in Uzbekistan. As a result, the article provides a complete picture of the current state of agricultural insurance in Uzbekistan and indicates ways to improve it.

Страхование – это важный элемент финансового рынка, играющий роль в обеспечении стабильности и безопасности экономических и физических рисков как для физических, так и для юридических лиц

На момент 2022 года на страховом рынке Узбекистана действует 42 страховые компании. Эти компании делятся на две основные категории: компании, предоставляющие общие виды страхования (34 компании), и компании, специализирующиеся на страховании жизни (8 компаний). Среди страховых компаний предоставляющих общие виды страхования особое место занимает «Агросугурта», которая связана с жизненно важной отраслью – сельским хозяйством.

Сельское хозяйство, как известно, является неотъемлемой частью экономики многих стран, в т.ч. Узбекистана, обеспечивая продовольственную без-

опасность и создавая рабочие места для миллионов людей. Однако оно подвержено различным рискам, таким как погодные катаклизмы, болезни растений, изменения климата и многие другие факторы, которые могут серьезно угрожать урожаям и доходам сельскохозяйственных производителей.

При этом роль сельского хозяйства в Узбекистане велика, т.к. в нём занято 25% экономически активного населения и производится свыше 15%-ов ВВП. В сельской местности проживает 50%-ов населения.

В этом контексте агрострахование становится ключевым инструментом, направленным на снижение финансовых рисков, с которыми сталкиваются фермеры. Агрострахование представляет собой систему финансовой защиты, предоставляя сельскохозяйственным производителям возможность застраховать свои урожаи и скот от неблагоприятных событий. Это не только помогает фермерам восстановить свои потери после бедствий, но также способствует улучшению продовольственной безопасности, через устойчивого развития аграрного сектора.

При всём том, сельское хозяйство имеет свои особенности, которые отражаются на характере страхования этой сферы деятельности. Поэтому перед тем как перейти к характеристике агрострахования целесообразно привести некоторые из основных особенностей сельского хозяйства, учет которых является важнейшим условием эффективного функционирования не только самого агрострахования, но и сельского хозяйства в целом, что обеспечивает достижения конечной цели, заключающееся и в улучшении занятости и, самое главное, решение продовольственной проблемы.

Сельское хозяйство, являясь одной из важнейших отраслей народного хозяйства, имеет ряд особенностей, которые делают его уникальным и важным компонентом экономики большинства стран. Вот некоторые из основных особенностей этой отрасли:

1. Зависимость от природных факторов: Сельское хозяйство сильно зависит от природных факторов, таких как климат, почвы, осадки и т.д. Урожайность и качество продукции сельского хозяйства напрямую зависят от этих факторов. Это делает сельское хозяйство более подверженным природным катастрофам и климатическим изменениям.

2. Сезонность: Большинство видов сельской продукции имеют сезонность, и урожай собирается в определенное время года. Это требует планирования и управления ресурсами на протяжении всего года.

3. Важность продовольственной безопасности: Сельское хозяйство играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности нации. Оно обеспечивает население продуктами питания, и его нестабильность или кризисы могут привести к серьезным проблемам.

4. Роль в занятости: Сельское хозяйство предоставляет занятость миллионам людей, особенно в развивающихся странах. Оно является источником дохода для многих сельских сообществ.

5. Важность устойчивости: Сельское хозяйство играет ключевую роль в

устойчивом развитии, так как оно может влиять на окружающую среду, водные ресурсы, биоразнообразие и здоровье почвы. Устойчивое сельское хозяйство становится все более важным в свете экологических вызовов.

6. Инновации и технологии: Сельское хозяйство использует современные технологии, как в области механизации, генетики, искусственного полива и других областях, чтобы увеличить производительность и улучшить качество продукции (5).

Для повышения действенности и эффективности аграрного сектора нужна адекватная система страхования, которая может функционировать в связке «страхователь и страховщик», основой которого могут быть причинно-следственные связи между особенностями сельского хозяйства и агрострахованием:

1. Зависимость от природных факторов и агрострахование:

- Причина: Сельское хозяйство сильно зависит от природных факторов, таких как климат и погодные условия.

- Следствие: Эти факторы могут вызывать неблагоприятные события, такие как засухи, наводнения, сильные ветры и засоление почв, что может снижать урожайность и качество продукции.

2. Сезонность и агрострахование:

- Причина: Сельская продукция имеет сезонность, и урожай собирается в определенное время года.

- Следствие: Агрострахование может помочь сельскохозяйственным производителям защитить свои урожаи от потерь, вызванных неблагоприятными погодными условиями во время сбора урожая.

3. Важность продовольственной безопасности и агрострахование:

- Причина: Сельское хозяйство играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности.

- Следствие: Агрострахование помогает сократить риски, связанные с потерей урожая, и гарантирует стабильное предложение продуктов питания, что важно для продовольственной безопасности.

4. Важность устойчивости и агрострахование:

- Причина: Сельское хозяйство влияет на окружающую среду и биоразнообразие.

- Следствие: Агрострахование может стимулировать сельскохозяйственных производителей к принятию устойчивых методов производства и защите окружающей среды.

5. Глобальная интеграция и агрострахование:

- Причина: Сельское хозяйство связано с мировой торговлей и глобальными цепями поставок.

- Следствие: Агрострахование может помочь сельскохозяйственным производителям снизить риски, связанные с изменениями в мировых рынках и торговой политикой.

Итак, агрострахование играет важную роль в обеспечении устойчивости

сельского хозяйства, защите от неблагоприятных природных событий и поддержании продовольственной безопасности, учитывая специфические особенности этой отрасли.

В настоящее время основными актами законодательного характера, регулирующие страховую деятельность в сфере сельского хозяйства являются: – Указ Президента Республики Узбекистан УП-1713 от 25 февраля 1997г. «О создании государственно-акционерной страховой компании «Узагросугурта»; – Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан № 125 от 6 марта 1997г. «О вопросах организации деятельности государственно-акционерной страховой компании «Узагросугурта»; – Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан № 505 от 17 июня 2019г. «О мерах по совершенствованию системы страхования будущего урожая хлопка-сырца и зерновых колосовых культур»; – Постановление Кабинета – Министров Республики Узбекистан № 830 от 30 сентября 2019г. «Об утверждении Положения о порядке страхования скота в домашних хозяйствах и хозяйствующих субъектах, осуществляющих деятельность в направлении животноводства»; – локальные документы страховой компания «Узагросугурта» (АО).

Как видно из вышеприведенного, в агростраховательной сфере нет самого главного правоохранительного акта, т.е. закона, который регулировал бы страхование в сельском хозяйстве.

Такое положение дел может иметь ряд негативных последствий и ограничений, поскольку закон носит фундаментальный характер и законодательные акты должны основываться на самом этом законе, а когда он отсутствует деятельность будет регулироваться законодательными актами второго порядка, т.е. указами, постановлениями и т.п. В этом случае правовое обеспечение будет неполноценным, а это чревато с возникновением ряда негативных моментов, которые представлены ниже:

- Недостаточная правовая защита: Отсутствие закона о страховательной деятельности в сельском хозяйстве означает, что правовые основы для регулирования и надзора этой области могут быть недостаточными. Это создает правовую неопределенность и риск для всех участников страхового рынка.

- Ограничения в развитии рынка: Наличие законодательных актов способствует развитию страхового рынка, привлекает инвестиции и способствует конкуренции. В отсутствие такого закона сельское страхование может оставаться недостаточно развитым и менее доступным для сельскохозяйственных производителей.

- Неспособность регулировать и контролировать страховые компании: Отсутствие законодательной базы для регулирования страховых компаний в сельском хозяйстве может привести к недостаточному контролю и надзору над их деятельностью. Это может способствовать недобросовестным практикам и недостаточной финансовой устойчивости страховых компаний.

- Ограниченные права и обязанности сторон: Отсутствие закона может сделать неясными права и обязанности страхователей, страховых компаний и

государства. Это может привести к спорам и конфликтам между участниками.

- Недостаточное покрытие рисков: важно иметь четкие и адекватные нормативы, определяющие, какие риски могут быть покрыты страхованием в сельском хозяйстве. Отсутствие закона может привести к недостаточному покрытию определенных рисков, что может оставить сельскохозяйственных производителей уязвимыми перед потерями и др.

В итоге всё это может привести к следующим:

- Увеличению финансовых рисков для сельскохозяйственных производителей, что может отразиться на уровне их доходов и устойчивости.

- Ограничению доступности страховых услуг для сельскохозяйственных производителей, особенно в условиях рисков, связанных с природными бедствиями.

- Сложностям в привлечении частного сектора к инвестициям в агрострахование.

- Ухудшению уровня доверия в сельском хозяйстве к страховым компаниям и государству.

- Росту нагрузки на бюджет государства, так как в случае стихийных бедствий правительство может вынуждено предоставлять значительную финансовую помощь фермерам.

Для устранения этих недостатков и содействия развитию агрострахования в сельском хозяйстве важно принять соответствующий закон о страховой деятельности, который определит правовые и регуляторные аспекты этой сферы и обеспечит ее стабильное и эффективное функционирование.

В Республике Узбекистан сельское хозяйство имеет высокую степень риска, связанную с природными опасностями. На данный момент, страхование от недобора будущего урожая хлопка-сырца и зерноколосовых культур является самым популярным видом агрострахования. Около 90% страховых премий направляется на покрытие этого риска. Ежегодно в стране заключается большое количество договоров добровольного страхования урожая сельскохозяйственных культур, но только 10-15% из них вступают в силу. Это вызвано, в частности, тем, что действительная ответственность по договору страхования часто составляет менее 20% от суммы, указанной в самом договоре (2). Такая практика уменьшает роль страхования в компенсации ущерба от природных бедствий.

Сельскохозяйственное страхование в Узбекистане также сталкивается с административными и производственными издержками из-за рассредоточенности клиентов по всей республике. Низкий уровень охвата населения страхованием препятствует минимизации доли административных расходов в структуре страховой премии. Это вынуждает страховые компании покрывать эти издержки за счет доходов от других видов страхования, что не всегда выгодно для страховщиков. Важно отметить, что вероятность наступления ущерба в сельскохозяйственном страховании значительно выше, чем в других отраслях страхования.

Как было отмечено выше, сельскохозяйственное производство в Респуб-

лике Узбекистан сталкивается с высокими рисками, связанными с природными бедствиями. Для повышения устойчивости сельского хозяйства и защиты интересов фермеров и страховщиков необходимо разработать эффективную модель сельскохозяйственного страхования, подкрепленную государственной поддержкой, что позволит обеспечить продовольственную независимость страны, стимулировать развитие сельскохозяйственного сектора и обеспечить социальную защиту населения.

Решение вышеуказанной проблемы делает особо актуальным вопрос об оптимальной модели агрострахования, которая должна учитывать интересы всех сторон, включая сельскохозяйственных производителей, страховые компании, правительство и общество в целом. Вот некоторые ключевые аспекты, которые следует учесть при разработке такой модели:

- Разнообразие покрытий: Модель агрострахования должна предлагать разнообразные виды страхования, чтобы удовлетворить потребности различных сельскохозяйственных культур и регионов. Это может включать в себя страхование от природных бедствий, болезней растений, урожайных убытков и других рисков.

- Премии и выплаты: Премии для сельскохозяйственных производителей должны быть справедливыми и доступными. Выплаты при наступлении страхового случая должны быть надежными и своевременными, чтобы фермеры могли восстановить свои потери.

- Государственная поддержка: Правительство может играть важную роль в агростраховании, предоставляя финансовую поддержку, налоговые льготы, чтобы снизить риски для страховых компаний и фермеров.

- Акты бедствия и раннее предупреждение: Модель агрострахования должна включать систему раннего предупреждения и мониторинга, чтобы фермеры могли принимать меры для снижения рисков и ущерба в случае приближения стихийных бедствий.

- Образование и консультации: Образование фермеров о пользе агрострахования и о том, как правильно использовать его, может сыграть важную роль в успешной модели.

- Участие частного сектора: Страховые компании должны быть вовлечены в модель, чтобы обеспечить финансовую устойчивость и опыт в области страхования.

- Активное участие заинтересованных сторон: важно включить представителей сельскохозяйственных обществ, страховых компаний, правительства и академических учреждений в процесс разработки и управления моделью.

- Оценка рисков и научное исследование: для создания более точных и эффективных моделей страхования необходима постоянная оценка аграрных рисков и научное исследование в этой области.

- Поддержка фермеров в снижении рисков: важно обеспечивать фермерам доступ к информации, технологиям и практикам, которые помогут им снизить риски и увеличить устойчивость своих хозяйств.

-Прозрачность и управление рисками: прозрачность в процессе страхования и управление рисками должны быть ключевыми элементами модели, чтобы обеспечить доверие и справедливость.

Создание оптимальной модели агрострахования требует баланса интересов всех участников и учета специфики региональных и местных условий. Это сложная задача, которая может потребовать сотрудничества различных сторон и внимательного анализа рисков и потребностей сельскохозяйственного сектора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закон Республики Узбекистан «О Страховой деятельности» от 23.11.2021 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://lex.uz/uz/docs/5739120> (дата обращения: 28.09.2023).
2. Агрострахование в Узбекистане: состояние и направление развития. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agro.uz/ru/11-0358/> (дата обращения: 18.10.2023).
4. *Исаков А. Н.* Механизм правового регулирования страхования сельскохозяйственного производства как способ обеспечения продовольственной безопасности страны // Сельское хозяйство. 2022. № 4. С. 26-36. [Электронный ресурс]. URL: https://www.e-notabene.ru/sh/article_39424.html (дата обращения: 10.10.2023).
5. *Питерская Л. Ю.* Аграрное страхование и его развитие в современных условиях // Научный журнал КубГАУ. 2017. № 133 (09). С. 1-15.
6. *Мещанинова Е. Г., Шевченко В. А.* Агрострахование с господдержкой как инструмент финансовой устойчивости сельского хозяйства // Мелиорация и гидротехника. 2021. Т. 3. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1225> (дата обращения: 25.09.2023).
7. Узбекистану необходима оптимальная модель агрострахования для защиты интересов фермеров и страховщиков. [Электронный ресурс]. URL: <https://eastfruit.ru/novosti/plodoovoshchnoy-biznes/> (дата обращения: 26.09.2023).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ДИАГНОСТИКИ ФИНАНСОВЫХ ТРУДНОСТЕЙ КОМПАНИЙ

К. А. Трошин, С. В. Якунин

Саратовский государственный технический университет им. Ю. А. Гагарина, Россия
E-mail: kirilltroshin00@mail.ru, ysw@yandex.ru

В статье системно рассмотрены цифровые инструменты диагностики финансовых трудностей компаний. Раскрывает отечественный и зарубежный подход к пониманию понятия и сущности «финансовых трудностей». В основной части исследования изучаются цифровые технологии, которые являются наиболее перспективными для определения финансовых трудностей вне зависимости от отрасли и масштабов деятельности компаний. Выделены основные преимущества применения цифровых инструментов в данном вопросе, а также особенности Российских компаний. В заключении делается вывод о важности интеграции цифровых инструментов в области диагностики финансовых трудностей компаний в современных макроэкономических условиях.

USING DIGITAL TOOLS TO DIAGNOSE FINANCIAL DIFFICULTIES OF COMPANIES

K. A. Troshin, S. V. Yakunin

The article systematically examines digital tools for diagnosing financial difficulties of companies. Reveals the domestic and foreign approach to understanding the concept and essence of "financial difficulties". The main part of the study examines digital technologies, which are the most promising for determining financial difficulties, regardless of the industry and the scale of companies' activities. The main advantages of using digital tools in this matter are highlighted, as well as the features of Russian companies. In conclusion, it is concluded that it is important to integrate digital tools in the field of diagnostics of financial difficulties of companies in modern macroeconomic conditions.

Сегодня в условиях комплексной интеграции цифровых технологий во все сферы жизни общества особое внимание уделяется открывающимся аналитическим возможностям в рамках деятельности компаний вне зависимости от отрасли функционирования. В условиях трансформации геополитических процессов, дестабилизации макроэкономических связей повышают риски и угрозы возникновения финансовых трудностей для организаций, что приводит к объективной необходимости их своевременной диагностики для принятия грамотных высокоэффективных управленческих решений. Таким образом, использование передовых цифровых инструментов для идентификации имеющихся или потенциальных финансовых трудностей для компаний является крайне актуальной проблемой.

Для понимания направлений диагностики необходимо рассмотреть терминологический подход понятия «финансовые трудности». Российские ученые

склоняются к точке зрения, что «финансовые трудности» представляют собой совокупность внутренних и внешних финансовых процессов, которые ставят компанию под угрозу банкротства. Именно поэтому отечественные экономисты подразумевают под финансовыми трудностями такое экономическое явление, когда фиксируется неспособность компании в полном объеме и своевременно удовлетворять взятые на себя обязательства перед кредиторами, исполнить требования по уплате обязательных платежей во внебюджетные и бюджетные фонды [5]. Теоретики и практики выделяют внутренние и внешние признаки имеющихся финансовых трудностей у компаний: снижение прибыльности деятельности, сокращение бюджетов на внутренние организационные процессы, спад качества управленческих решений из-за недостатка финансирования, приостановка платежей по обязательствам с контрагентами.

В то же время, зарубежные ученые «финансовые трудности» определяют как невозможность компании в краткосрочном или долгосрочном периоде погасить свои задолженности. Таким образом, углубляясь в сущность подходов, можно отметить, что точки зрения ученых схожи.

Одной из причин, которая приводит к финансовым трудностям является отсутствие грамотных подходов к оценке собственного финансового состояния, некорректный анализ и прогноз последствий с финансовой точки зрения принимаемых управленческих решений руководством компаний. Согласно данным исследования Дж. Фрэнк, О. Сассмана, результаты которого основаны на данных организаций по всему миру, процесс банкротства возможно распознать за 1,5-2 года до начала явного проявления совокупности признаков [4, р. 66], иными словами, на скрытой стадии (всего выделяют такие стадии как: скрытая, стадия финансовой неустойчивости, стадия явного банкротства).

Именно поэтому в компании важно на постоянной основе вести аналитическую работу, целью которой выступает своевременное выявление и нейтрализация негативных тенденций и угроз, снижающих эффективность финансовых процессов. Наиболее перспективными инструментами в данном контексте сегодня являются цифровые технологии, спектр применения которых находится в зоне ответственности и самостоятельности в рамках деятельности конкретной организации. Эффективность применения цифровых инструментов диагностики определяется на основании степени достижения поставленных финансовых результатов.

Проведенное нами исследование позволило выявить и систематизировать основные перспективные цифровые инструменты диагностики финансовых трудностей компаний в современных условиях.

1. Искусственный интеллект [2, С. 1567]: данное направление сегодня становится одним из важнейших активов в области развития инструментария управления финансовыми процессами в ведущих компаниях по всему миру. В рамках данного направления важно выделить создание нейронных сетей как наиболее гибкий способ идентификации финансовых трудностей с учетом специфики компании. Ключевая роль нейронной сети заключается в наиболее до-

стоверном моделировании работы человеческой нервной системы и ее отражении способности к обучению и исправлению ошибок, что позволяет искусственному интеллекту постоянно совершенствовать свою работу с учетом заданных параметров компании. Также нейронные сети позволяют оперативно моделировать финансовые процессы и последствия тех или иных управленческих решений для различных показателей компании;

2. Блокчейн [3, Р. 124]: данная цифровая технология представляет собой виртуальный децентрализованный реестр, отражающих систему операций, которые были зарегистрированы и в режиме реального времени могут контролироваться сразу множеством пользователей без возможности последующего редактирования журналов, защищенных криптографическими методами. Несомненно, сегодня технология блокчейн приоритетно используется в области криптовалют, однако, по мнению, ведущих мировых ученых, именно данная технология задает вектор развития всех финансовых процессов как частного, так и государственного секторов. Именно благодаря высокой степени эффективности контроля финансовых операций блокчейн является одним из инструментов диагностики финансовых трудностей, поскольку является прозрачной системой отражений финансовых потоков компании. Данная цифровая технология предоставляет возможность эффективного и бесплатного контроля соответствия экономических операций правовым нормам и установленным нормативам, а также обеспечивает защиту данных от несанкционированных изменений, сохранение конфиденциальности информации, токенизацию (размещение, учет и обращение финансовых инструментов), учет и контроль транзакций с идентифицируемыми активами во всех сферах деятельности, что способствует снижению рисков банкротства организации, защищая ее в том числе от скрытых и потенциальных финансовых трудностей;

3. Визуализация данных в режиме реального времени [1, С. 2529]: данная технология позволяет наглядно и прозрачно отражать важнейшие финансовые показатели в доступном для широкой аудитории пользователей, моделировать перспективы принятия тех или иных решений, а также сигнализировать о росте рисков и угроз для финансового состояния компании с учетом отраслевой специфики.

На основании вышесказанного, можно отметить, что рассмотренные цифровые технологии обладают следующими преимуществами с точки зрения диагностики финансовых трудностей компаний:

1. Осуществление экспресс-диагностики: заключается в предоставлении максимально полного объема информации в кратчайшие сроки, основанной на фактических данных бухгалтерской и финансовой отчетности;

2. Детальная(комплексная) диагностика: позволяет получить в режиме реального времени суммарную оценку финансово-хозяйственного состояния компании на основании оцифровки бизнес-процессов, а также данных внешней информации;

3. Ориентация на достижение стратегических целей компании: примене-

ния и настройка технологий с точки зрения достижения поставленных тактических и стратегических задач организации, оперативное оповещение управленческих кадров при ухудшении финансового состояния, возникновения неопознанных рисков и угроз.

Проведённое исследование показало, что применение цифровых инструментов диагностики финансовых трудностей в современных компаниях осуществляется в таких формах как план-факторный анализ (выявление причин отклонений отчетных показателей от поставленного плана), ретроспективный анализ (текущая оценка основных тенденций и проблем финансового положения компании), перспективный анализ (установление вероятности достижения поставленных целей компании, факторов, снижающих эффективность функционирования компании с финансовой точки зрения, а также отражение потенциальных результатов текущей финансовой политики).

Изучая специфику Российских компаний, отметим, что сегодня наиболее распространенным программным обеспечением, которое является основой цифровой диагностики и повышения уровня автоматизации финансовых трудностей выступает «1С», что обусловлено спецификой ведения бухгалтерского и финансового учета в компаниях, обострением геополитической обстановки и невозможностью лицензионного и полномасштабного применения зарубежных технологий. Также широко используются программы «Ваш финансовый аналитик», Инэк Аналитик, Excel Financial Analysis, Audit Expertю Каждая из программ обладает рядом достоинств и недостатков, поэтому компании в зависимости от отраслевой специфики и масштабов деятельности использует наиболее эффективно адаптируемый для себя вариант диагностики.

Результаты, полученные в ходе данного исследования, свидетельствуют, что в настоящее время комплексная цифровизация финансовых процессов позволяет повысить качество и оперативность обработки информации, что в положительном смысле влияет на возможности диагностики финансовых трудностей компаний. В свою очередь, расширение спектра доступности цифровых технологий позволит компаниям различных областей деятельности использовать их в рамках своей деятельности, что при грамотном применении способствует повышению эффективности диагностики и внедрению мер профилактики банкротства. Данный подход носит стратегически важное значение страны в целом в условиях обострения макроэкономических процессов на международной арене.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иванова Н. А., Варфоломеева В. А.* Особенности использования финансовой отчетности в условиях цифровой экономики // *Инновации. Наука. Образование.* 2021. № 34. С. 2527-2537.
2. *Кашеварова Н. А., Панова Д. А.* Анализ современной практики применения технологии искусственного интеллекта в финансовой сфере и его влияния на трансформацию финансовой экосистемы // *Креативная экономика.* 2020. Т. 14. № 8. С. 1565-1580.
3. *Alan T. Norman* Blockchain Technology Explained: The Ultimate Beginner's Guide / Berkley: Berkley Print. 2022. P. 124-133.

4. *Frank J., Sussman O.* Financial distress and bank restructuring of small to medium size UK companies // *Review of Finance*. 2021. P. 65-96.

5. Федеральный закон от 26 октября 2002 г. №127-ФЗ «О несостоятельности (банкротстве)» (с изм. и доп. от 4 августа 2023 г. №474-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О несостоятельности (банкротстве) и отдельные законодательные акты Российской Федерации»). Собрание законодательства Российской Федерации, 7 августа 2023 г. №32 (часть I) ст. 6206. // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». [Электронный ресурс]. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=148321> (дата обращения: 22.07.13).

ПРОБЛЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ АКТИВНОСТИ В СОВРЕМЕННОЙ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКЕ НА СУБНАЦИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

К. В. Фенин, Д. Н. Мусаева

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: fenin.kir@yandex.ru, di.musaeva2018@yandex.ru

Статья посвящена проблемам измерения предпринимательской активности в России на субнациональном уровне, то есть в региональном разрезе. Авторами предложено 3 индикатора: доля малого и среднего бизнеса в ВРП, число индивидуальных предпринимателей и оборот малых предприятий на 1000 человек экономически активного населения в регионе, – отражающих состояние бизнес-среды в субъектах РФ. Выявлены регионы-лидеры и регионы-аутсайдеры по предпринимательской активности в России. Исследование показало, что изначальный выбор индикаторов измерения предпринимательской активности может существенно влиять на теоретические выводы и практические рекомендации.

THE PROBLEM OF MEASURING ENTREPRENEURIAL ACTIVITY IN THE MODERN RUSSIAN ECONOMY AT SUB-NATIONAL LEVEL

C. V. Fenin, D. N. Musaeva

The article is devoted to the problems of measuring entrepreneurial activity in Russia at the subnational level, that is, in a regional context. The authors proposed 3 indicators: the share of small and medium-sized businesses in GRP, the number of individual entrepreneurs and the turnover of small enterprises per 1000 people of the economically active population in the region, reflecting the state of the business environment in the constituent entities of the Russian Federation. The leading and outsider regions in terms of entrepreneurial activity in Russia have been identified. The study showed that the initial choice of indicators for measuring entrepreneurial activity can significantly influence theoretical conclusions and practical recommendations.

Нельзя сказать, что русскоязычная экономическая наука испытывает дефицит в статьях, так или иначе касающихся проблем территориальной экономической дифференциации России. Ранее сами авторы данной статьи посредством анализа социально-экономических индикаторов развития субъектов Российской Федерации: ВРП per capita, средней заработной платы, уровня безработицы и инфляции, средней продолжительности жизни и т.п., – наглядно продемонстрировали, что экономическое пространство России в межрегиональном разрезе ещё более гетерогенно, чем экономическое пространство Европейского союза [1, 2, 3, 4]. Тем не менее, недавно опубликованная С.П. Земцовым и Ю.В. Царевой научная работа «Долгосрочное влияние экстрактивных и инклюзивных институтов на деловую активность в регионах России» создало благоприятный информационный повод и фон для обсуждения вопросов, связанных с поиском новых индикаторов для измерения и отражения неоднородного разви-

тия экономики России на субнациональном (региональном) уровне [5].

Упомянутые С.П. Земцов и Ю.В. Царева в процессе изучения долгосрочного влияния институтов на бизнес-деятельность в субъектах РФ, которую авторы измеряли как отношение числа микропредприятий и малых предприятий к экономически активному населению (ЭАН), пришли к ожидаемому выводу о неравномерном распределении предпринимательской активности между российскими регионами. При среднем значении для России в ≈ 28 малых предприятий на 1000 человек из ЭАН в лидеры по данному показателю выбились: Санкт-Петербург (62,7), Новосибирская (43,7), Тюменская (43,3), Калининградская (42,0) и Ярославская области (37,9), Москва (35,3), Томская (34,7), Ивановская (32,5) и Свердловская области (31,9) и Приморский край (28,6). Общий вывод С.П. Земцова и Ю.В. Царевой состоит в том, что деловая активность выше в субъектах РФ, где более высокий ВРП на душу населения, они ближе к крупным рынкам товаров и услуг, выше качество человеческого капитала. При этом в депрессивных российских регионах плотность малого бизнеса ниже [5].

Мы полагаем, что на результаты и конечные выводы уважаемых авторов во многом повлияли непосредственно методика и выбор индикаторов измерения деловой активности российского населения. Причем С.П. Земцов и Ю.В. Царева сами признают определенную ограниченность своего показателя [5]. В данных условиях представляется актуальным провести сходную оценку распределения деловой активности на субнациональном уровне Российской Федерации, используя набор собственных релевантных показателей.

Таблица 1

**Доля малого и среднего предпринимательства
в ВВП Российской Федерации в 2014–2021 гг., %**

Год	Доля МСП от ВВП в РФ, %
2014	20,1
2015	19,9
2016	21,2
2017	22,0
2018	20,4
2019	20,7
2020	20,8
2021	20,3

Примечание. Составлено авторами по [6, 7, 8]

Первым из таких показателей может быть доля малого и среднего предпринимательства (МСП) в структуре ВВП РФ и ВРП российских регионов. Как следует из таблицы 1, доля МСП в ВВП в России, исчисляемая Росстатом с 2017 г., (до этого наличествовали только отдельные экспертные оценки), в 2014–2021 гг. в среднем не превышала 20%. Для сравнения, в 2021 г. доли МСП составили в ВВП в КНР – 60%, США – 56%, ФРГ – 43%, Японии – 55%, Израиле – 62,3%, Вьетнаме – 40%, Малайзии – 39%, Узбекистане – 56,9%, ЮАР – 42% [9]. Можно предположить, что в 1990-е – начале 2000-х гг. доля МСП в ВВП России

могла быть иной – меньше или, вероятнее, больше, однако определить ее из-за изменения институциональных условий и методики расчетов крайне сложно.

Анализ распределение вкладов МСП в ВРП по 82 российским регионам, исключая, Ненецкий, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа, в 2021 г. продемонстрировал ожидаемую территориальную неравномерность предпринимательской активности по Российской Федерации. В 56 из 82 регионов России вклад МСП в ВРП превышает общенациональное значение в среднем на 40%, а порой в 1,5–2 раза (в 19 регионах). В 26 субъектах РФ доля малого и среднего бизнеса в ВРП меньше, чем в российском ВВП в среднем на $\frac{1}{4}$, а в Тюменской области в 3,2 раза. Максимальные и минимальные значения удельных весов МСП в ВРП по регионам России представлены в табл. 2.

Таблица 2

Топ-5 российских регионов с максимальными и минимальными долями МСП в ВРП, отношение подушевых ВРП данных субъектов к ВВП per capita России в 2021 г., %

Субъект РФ	Доля МСП в ВРП субъекта, %	Отношение ВРП на душу населения субъекта РФ к ВВП на душу населения РФ, %
Ивановская область	40,2	33,0%
Новосибирская область	38,8	62,6%
Алтайский край	36,6	39,9%
Калининградская область	34,4	71,1%
Пензенская область	34,0	45,2%
Мурманская область	10,5	160,4%
Сахалинская область	10,2	274,4%
Республика Коми	9,4	114,3%
Чукотский АО	8,9	294,9%
Тюменская область	6,4	322,7%

Примечание. Составлено авторами по [6]

Во всех пяти регионах-лидерах по вкладу МСП в экономику, помимо невысоких подушевых ВРП, отмечались: 1) низкий уровень номинальных заработных плат относительно средней зарплаты в целом по Российской Федерации (в 2021 г. – 57244 рублей, а в 5 «предпринимательских» регионах ниже в среднем на 34%) и 2) мизерный вклад в ВРП региона добывающей промышленности (в 2021 г. по РФ 14,4%, а по «предпринимательским регионам» в среднем 1,7%). Во всех пяти регионах-аутсайдерах по вкладу МСП в ВРП в 2021 г. были отмечены высокий уровень номинальных заработных плат – в среднем на 56% выше средней зарплаты по России, а также либо 1) гипертрофированная отрасль добычи полезных ископаемых (Республика Коми, Сахалинская и Тюменская области, Чукотский автономный округ), либо 2) развитая обрабатывающая промышленность (Красноярский край и Мурманская область) [6].

Таким образом, уровень экономического развития, отраслевая структура регионов России и уровень оплаты сильно влияют на величину МСП в ВРП каждого конкретного субъекта. Причем, зависимость в данном случае обратная:

чем более экономически развит субъект Российской Федерации (чем больше его ВРП на душу населения), тем меньше удельный вес малого и среднего бизнеса в его субнациональной экономической системе. Данный факт подтверждает не только ограниченная выборка регионов из таблицы 2, но корреляционный анализ взаимосвязи ВРП на душу населения и долей МСП в ВРП по 82 субъектам Российской Федерации в 2021 г.: $R = -0,61$, то есть средняя обратная связь. Исследование влияния МСП на субнациональную экономическую динамику: темпы роста ВРП по 82 регионам России в 2010-2021 гг., исключая кризисные 2015 г. и 2020 г., – показало слабую положительную связь ($R = 0,2$), то есть масштабный сектор малого и среднего бизнеса, в общем и целом, не делает экономику субъекта более динамичной. Впрочем, средние темпы роста ВРП Калининградской, Новосибирской и Пензенской областей в 2010-2021 гг. (3,8%) превышали средний темп роста всех 82 регионов (2,8%) за тот же период [6].

Выявленная нами закономерность между масштабом сектора МСП в субнациональных экономиках российских регионов и величиной их ВРП может быть интерпретирована с помощью теории советского экономиста А.Н. Челинцева. Ученый, используя марксистскую концепцию о конвергентном экономическом развитии государств, в 1920-х гг. писал о том, что «аграрные экономики губерний Российской империи демонстрировали переход во времени от низших к высшим формам производства. <...> Каждый более интенсивно организованный район мог рассматриваться, как грядущая стадия развития для низшего» [10]. Перекладывая размышления А.Н. Челинцева на наш кейс можно с определенной долей условности сделать вывод о том, что в России регион с масштабным сектором МСП – это более ранняя, менее высокоорганизованная стадия развития субнациональной экономики, нежели промышленно развитый субъект. Подобное положение вещей отчасти следствие ресурсной специализации российской экономики: в 2021 г., по данным, Всемирного банка, доля совокупной природно-ресурсной ренты в ВВП РФ составила 18,5% (26 место из почти 200 стран, среднее значение по которым – 3%), а, по данным Росстата, доля нефтегазового сектора в 2022 г. в российском ВВП достигла 18,1% [6; 11]. Для того, чтобы стать экономически успешными российские регионы должны развивать добывающую и перерабатывающую промышленность, включаясь в международные разделение труда, торговлю и конкуренцию в качестве, преимущественно поставщиков ресурсов, которые есть далеко не во всех субъектах. Поэтому для бедных ресурсами (и административным положением) регионов России, остается внутренняя специализация на отсталости и МСП. Это косвенно подтверждает предположение о том, что в российской национальной экономике, пережившей долгий кризис 1990-х гг. и деградацию крупных производственных структур, в период восстановления (до 2010-х гг.) сектор малого и среднего бизнеса мог быть намного больше текущего объема в 20% [6].

Уместным дополнением к исследованию неравномерного распределения долей МСП от ВРП регионов России будет анализ ранее использованного авторами в статье «Влияние неэкономических факторов на развитие предпринима-

тельства в современной России» (подробнее см. [12]) показателя – относительного числа индивидуальных предпринимателей (ИП) на 1000 человек экономически активного населения, распределенного по субъектам РФ (см. табл. 3).

Таблица 3

Топ-5 российских регионов с максимальным и минимальным числом индивидуальных предпринимателей на 1000 человек экономически активного населения, отношение подушевых ВРП данных субъектов к ВВП per capita России в 2021 г., чел., %

Субъект РФ	Количество ИП на 1000 человек ЭАН в 2021 г., чел.	Отношение ВРП на душу населения субъекта РФ к ВВП на душу населения РФ, %
Республика Крым	138,90	33,3%
Ростовская область	131,45	52,2%
Костромская область	126,48	41,7%
Республика Хакасия	123,99	62,5%
Краснодарский край	123,38	60,7%
Мурманская область	52,36	160,4%
Республика Ингушетия	46,89	16,0%
Кабардино-Балкарская Республика	45,86	24,7%
Республика Северная Осетия-Алания	42,11	31,6%
Республика Дагестан	31,82	27,9%

Примечание. Составлено авторами по [6]

В 2021 г. среднее и медианные значения количества ИП на 1000 человек ЭАН по 82 регионам России равны 92,3, максимальное значение наблюдалось в Республике Крым (138,9), минимальное – в Республике Дагестан (31,8), в целом по Российской Федерации анализируемый показатель равен 91,5 [6]. Поиск взаимосвязей между уровнем экономического развития субъектов Российской Федерации и относительным количеством индивидуальных предпринимателей не дал каких-либо однозначных результатов: корреляционный анализ зависимости величины подушевых ВРП и темпов роста ВРП в 2010-2021 гг. (без включения кризисных 2015 г. и 2020 г.) от числа ИП на 1000 человек ЭАН в 82 регионах России дал значение R, равного 0,07 и 0,05 соответственно. То есть, экономические успехи/неудачи российских регионов, в общем и целом, почти ни как не зависят от количества предпринимателей в них. Впрочем, средние темпы роста ВРП 5 регионов с максимальным числом ИП в 2010-2021 гг. составили 3,3%, а 5 регионов с минимальным росли медленнее – 2,9% в год в 2010-2021 гг. (средние темпы роста ВРП по 82 регионам – 2,8%) [6].

Попадание в общий список аутсайдеров по числу ИП на 1000 человек ЭАН субъектов Северо-Кавказского федерального округа (в республиках Карачаево-Черкессии и Чечне число предпринимателей также невелико – 72 и 75 ИП на 1000 ЭАН соответственно), а также г. Москвы (68,6 ИП на 1000 ЭАН) может быть объяснено низким качеством статистики по численности населения и его занятиям. Регионы-лидеры по ИП на 1000 ЭАН в 2021 г. (Калмыкия и Севастополь также вошли в первую десятку с результатами 121 и 119 ИП на 1000

ЭАН соответственно) может объединять специфика отраслевой структуры самого Южного федерального округа (ЮФО), который специализируется на сельском хозяйстве, гостиничном бизнесе, а также транспортировке и хранении, втором виде деятельности по абсолютному числу ИП (703,5 тыс.), после оптовой и розничной торговли. При этом в валовой добавленной стоимости ЮФО добыча полезных ископаемых в 2021 г. составила 5,3% – ниже только в Центральном федеральном округе (1,4%), а Астраханская область, в которой доля добычи полезных ископаемых в ВРП в 2021 составила 49,1%, темпы роста ВРП (5,6% в 2010-2021 гг.) и подушевой ВРП (661,2 тыс. руб.) самые высокие в ЮФО, не попала в перечень лидеров по ИП на 1000 ЭАН [6]. Таким образом, тезис о том, что высокие показатели предпринимательской активности в субъектах РФ скорее свидетельствуют об их сравнительной отсталости и специфической отраслевой структуре субнациональной экономики, остается верным.

Таблица 4

Топ-5 российских регионов с максимальным и минимальным оборотом микро- и малых предприятий на 1000 чел. ЭАН в 2021 г., млн. руб.

Субъект РФ	Оборот микро- и малых предприятий на 1000 человек ЭАН, млн руб.
г. Москва	1,817
г. Санкт-Петербург	1,784
Новосибирская область	1,297
Магаданская область	1,084
Приморский край	1,036
Кабардино-Балкарская Республика	0,156
Республика Калмыкия	0,144
Республика Тыва	0,116
Республика Дагестан	0,114
Республика Ингушетия	0,088

Примечание. Составлено авторами по [6]

Анализ иных индикаторов предпринимательской активности в российских регионах, приближенных к тем, которые использовали С.П. Земцов и Ю.В. Царева, скажем, оборот микро- и малых предприятий на 1000 человек экономически активного населения, представленных в таблице 4, ожидаемо подтверждает позицию данных авторов о том, что «плотность малого бизнеса в Российской Федерации выше в экономически более развитых регионах с крупными агломерациями, лучшим деловым климатом и с выгодным ЭГП» [5]. Среди аутсайдеров по предпринимательской активности вновь оказываются экономически отсталые северокавказские и иные национальные республики, в том числе, и Калмыкия, которая по ИП на 1000 ЭАН была в числе лидеров, что ещё раз подтверждает существенное влияние изначально выбранных статистических показателей на формулирование конечных выводов исследования. В данном случае уместным будет сослаться на М. Маццукато, которая отметила, что внимание исследователей и политиков к малым предприятиям продиктовано не

столько их значимостью для экономики, сколько идеализацией образа предпринимателя-визионера и большим объемом данных для анализа, которые с легкостью трансформируются в формальные KPI. Так, если малое предприятие из 10 работников наймет еще 10, то обеспечит 100% рост занятости, что смотрится более эффективно, нежели фирма, в которой работает 15000 человек, наймет ещё 1500, добавив к занятости 1%, однако очевидно, какая из этих двух гипотетических фирм больше влияет на сокращение безработицы на макроуровне [13].

В данном исследовании авторами показано три способа измерения предпринимательской активности (плотности бизнес-деятельности) в Российской Федерации на субнациональном уровне, которые как и множество иных традиционных и специфических социально-экономических индикаторов отражают неравномерность российского экономического пространства. Мы полагаем, что на развитие предпринимательства в каждом конкретном российском регионе влияние оказывают структура его субэкономики и отраслевая специализация. Причем, высокие значения некоторых показателей предпринимательской активности в субъектах РФ скорее свидетельствуют о сравнительной экономической отсталости рассматриваемых регионов. Однако выбор индикаторов измерения предпринимательской активности может существенно влиять на формулирование теоретических выводов исследования и практических рекомендаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Федоляк В. С.* Межрегиональные диспропорции социально-экономического развития современной России // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. 2008. Т. 8. № 2. С. 12-20.
2. *Федоляк В. С.* Межрегиональные диспропорции социально-экономического развития сквозь призму базовых теорий региональной экономики // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. 2019. Т. 19. № 1. С. 16-20.
3. *Фенин К. В., Мусаева Д. Н.* Различные измерения неоднородности экономического пространства Российской Федерации // Гуманитарный научный журнал. 2019. № 1. С. 120-127.
4. *Фенин К. В.* Экономическая поляризация России на субнациональном уровне // Научные труды Вольного экономического общества России. 2021. Т. 230 № 4. С. 461-466.
5. *Земцов С. П., Царева Ю. В.* Долгосрочное влияние экстрактивных и инклюзивных институтов на деловую активность в регионах России // Вопросы экономики. 2023. №7. С. 115-141.
6. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: www.gks.ru (дата обращения: 20.10.2023).
7. *Улько С. А.* Современное положение малого и среднего предпринимательства в России и в Китае // Электронный научный журнал «Вектор экономики». 2019. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vectoreconomy.ru/> (дата обращения: 15.10.2022).
8. *Божко Л. М.* Оценка динамики развития малых и средних организаций для обоснования их потребности в организационных изменениях // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2019. № 4 (48). С.67-73.
9. Специальный доклад Президенту Российской Федерации – 2021. МСП / Постковид: Время для системных решений. М. : Института экономики роста им. П. А. Столыпина, 59 с.
10. *Челинцев А. Н.* Русское сельское хозяйство перед Революцией. / 2-е переработан-

ное и допол. изд. М. : Кооперативное издательство студентов Сельскохозяйственной академии им. Тимирязева «Новый агроном», 1928. 239 с.

11. Total natural resources rents (% of GDP) Russian Federation. [Electronic resource]. URL: https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.TOTL.RT.ZS?locations=RU&most_recent_value_desc=true&view=chart (accessed: 20.10.2023).

12. *Мусаева Д. Н., Фенин К. В.* Влияние неэкономических факторов на развитие предпринимательства в современной России // Державинский форум. 2023. Т. 7. № 1. С. 147-156.

13. *Мацукато М.* Предпринимательское государство: Развеем мифы о государстве и частном секторе. М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2023. 360 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕДУРЕ СКОРИНГА КРЕДИТНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

А. В. Черникова

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: a.chernickova@gmail.com

Статья посвящена исследованию внедрения технологий искусственного интеллекта в скоринге банковскими и небанковскими кредитными организациями. Рассмотрены особенности небанковских кредитных организаций, их виды и суть деятельности, приведены наиболее известные примеры. Изучен алгоритм использования искусственного интеллекта в процедуре кредитного скоринга. Составлен график одобрения кредитных заявок за последние годы, проанализированы полученные данные. Выявлены преимущества и возможные барьеры при использовании технологий искусственного интеллекта в кредитных организациях.

THE USE OF AI IN CREDIT SCORING PROCEDURES

A. V. Chernikova

The article is dedicated to the research on the implementation of artificial intelligence technologies in credit scoring by both banking and non-banking credit organizations. The characteristics of non-banking credit organizations, their types, and the essence of their activities are considered, and the most well-known examples are provided. The algorithm for using artificial intelligence in the credit scoring procedure is studied. A graph of credit application approvals over the past years is compiled, and the obtained data are analyzed. The advantages and possible barriers in the use of artificial intelligence technologies in credit organizations are identified.

Внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в различные сферы общественной жизни стало главным трендом последних лет как в России, так и во всем мире [1]. Его отличительной и неповторимой особенностью является способность в некотором смысле имитировать поведение человека при выполнении задач и постепенно обучаться, используя собираемую информацию.

В виду этих существенных преимуществ, системы ИИ активно используются различными финансовыми организациями. Итак, целью данной работы является исследование применения систем ИИ в процедуре скоринга в кредитных организациях.

Кредитные организации можно разделить на банковские и небанковские [2]. И если банки, то есть кредитные организации, которые имеют исключительное право осуществлять банковские операции по привлечению во вклады денежных средств физических и юридических лиц и размещение указанных средств на условиях возвратности, платности, срочности, по открытию и ведению их банковских счетов [2] (также имеют право на получение лицензий от

Центрального банка для осуществления иных видов деятельности, например, операций с драгоценными металлами [3]), оказываются в центре внимания исследователей и анализируются достаточно часто, то небанковские кредитные организации следует рассмотреть подробнее. Согласно определению Центрального банка РФ, небанковская кредитная организация (НКО) – это кредитная организация, которая может осуществлять ограниченный перечень банковских операций, допустимые сочетания которых устанавливаются Банком России [4]. Правовые основы деятельности НКО установлены ГК РФ, рядом Федеральных законов, а также специальными нормативными актами Банка России.

Выделяют следующие виды НКО:

- платежная НКО, имеющая право на осуществление переводов денежных средств без открытия банковских счетов и связанных с ними иных банковских операций; этот вид НКО появился с выходом закона «О национальной платежной системе». По сравнению с расчетной, платежной небанковской кредитной организации разрешен более узкий круг операций. Она должна обеспечивать безрисковую систему переводов в рамках организации мгновенных, электронных, мобильных платежей.

- расчетная НКО, занимающаяся открытием и ведением банковских счетов юридических лиц, проведением расчетов по поручению юридических лиц по их банковским счетам; инкассацией денежных средств, векселей, платежных и расчетных документов и кассовым обслуживанием юридических лиц; куплей-продажей иностранной валюты в безналичной форме; осуществлением переводов денежных средств по поручению физических лиц без открытия банковских счетов (за исключением почтовых переводов); осуществлением деятельности на рынке ценных бумаг.

- депозитно-кредитная НКО, осуществляющая депозитно-кредитные операции, такие как привлечение денежных средств юридических лиц во вклады на определенный срок; размещение привлеченных во вклады денежных средств юридических лиц от своего имени и за свой счет; купля-продажа иностранной валюты в безналичной форме (исключительно от своего имени и за свой счет); выдача банковских гарантий; осуществление деятельности на рынке ценных бумаг.

- небанковская кредитная организация – центральный контрагент: является юридическим лицом, выступающим одной из сторон заключаемых договоров, обязательства из которых подлежат включению в клиринговый пул, имеет лицензию небанковской кредитной организации на осуществление банковских операций, а также лицензию на осуществление клиринговой деятельности и которому присвоен статус центрального контрагента.

По состоянию на 17.11.2023 года в России действует 39 небанковских кредитных организаций [5]. Наиболее известные примеры – это расчетная НКО Национальный расчетный депозитарий, обслуживающий Московскую межбанковскую валютную биржу; НКО «Платежный центр», имеющая соглашения более чем со 130 банками; а также РНКО «Вестерн Юнион ДП Восток».

Сущность деятельности НКО состоит в аккумуляции сбережений населения, вложении капитала через различные акции, предоставлении кредитов через облигационные займы крупным фирмам и государству, а также предоставлении ипотечных, потребительских кредитов и кредитной взаимопомощи [6]. НКО выступают альтернативой традиционным банкам: они могут в полной мере реализовать потребности участников платежей в расчетно-кассовом обслуживании [7].

Рассмотрим важную процедуру большинства банков и других финансовых организаций – скоринг. Кредитный скоринг – это система оценки кредитоспособности (или же кредитных рисков) потенциального заемщика, основанная на численных статистических методах, которая используется для составления прогноза поведения клиента. Основными источниками информации для построения скоринговых моделей являются кредитная история заемщика; его анкета и собственная информация кредитора (например, банки используют информацию о движении финансовых средств своего клиента). Также в последнее время для оценки кредитоспособности и рисков нередко используются в качестве источника информации о клиенте его страницы в социальных сетях и информацию от операторов сотовой связи. Это объясняется вполне обоснованным предположением кредиторов о том, что существует корреляция между определенными социальными данными (например, о наличии детей или получении высшего образования) и добросовестностью заемщика.

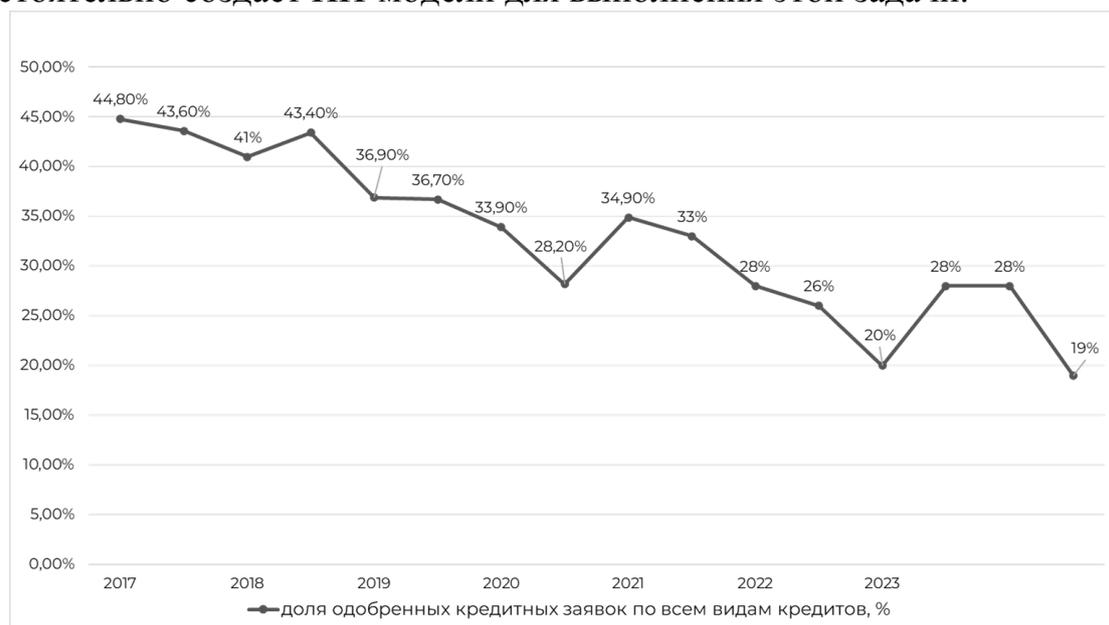
Данные для скоринговых систем получаются из вероятностей возвратов кредитов отдельными группами заемщиков, полученными из анализа кредитной истории тысяч людей. Современные программы сравнивают данные оцениваемого субъекта со статистическими показателями и выставляют баллы. По итогам подсчетов автоматически формируется рейтинг, который показывает банку, какова вероятность того, что клиент вернет заем и будет вовремя вносить платежи [8]. При этом единой системы кредитного скоринга не существует: каждая компания использует свою шкалу баллов, систему характеристик и параметры оценки.

Необходимость анализа огромного объема данных и разнообразие учитываемых показателей делает необходимым и крайне целесообразным внедрение ИИ в скоринговые системы НКО. Сейчас чаще всего искусственный интеллект используется в скоринге следующим образом [9]:

- 1) клиент заполняет заявку на один из кредитных продуктов (потребительский кредит, кредитная карта, автокредит или ипотека);
- 2) данные клиента дополняются информацией из различных источников (кредитной историей, транзакционной активностью, активностью по банковским продуктам и др.), на основе которой генерируются различные статистические признаки;
- 3) обученная ИИ модель получает на вход обогащенные данные клиента и на выходе формирует решение по выдаче кредита.

При этом универсальной системы кредитного скоринга нет, каждый банк

самостоятельно создает ИИ-модели для выполнения этой задачи.



Уровень одобрения кредитов в России (динамика за 2017-2023 гг.)

Рассмотрим статистику одобрения заявок на кредиты (см. рисунок). Согласно данным Национального бюро кредитных историй (НБКИ), в 2022 году банки стали реже одобрять кредиты россиянам: успешных заявок было чуть больше четверти, тогда как в 2021-м таких была треть; так, доля одобренных заявок на кредиты в 2022 году снизилась на 7 процентных пунктов и составила 26%. В целом за последние несколько лет можно заметить устойчивую тенденцию по снижению числа одобренных кредитов. Если говорить о текущем периоде, то уровень одобрения кредитов в 2023 году резко снизился в марте примерно до 20%, потом стал расти и с июля по сентябрь практически не менялся, оставаясь на уровне 28%, а в сентябре – ноябре снова упал примерно до 19%, что стало самым низким значением в 2023 году [10]. Представители финансового сектора считают, что причиной подобного спада стало ужесточение регулирования со стороны ЦБ.

Итак, внедрение систем ИИ в скоринг предоставляет кредитным организациям ряд неоспоримых преимуществ: во-первых, при автоматическом принятии решения в несколько раз сокращается срок рассмотрения заявки клиента (например, в Сбербанке длительность сократилась с 2 недель до 7 минут); во-вторых, сокращаются трудовые затраты специалистов; в-третьих, уменьшается бумажный документооборот. Все это позволяет кредитным организациям экономить значительные денежные средства: так, в Сбербанке по итогам 2022 года суммарный экономический эффект от внедрения технологий ИИ составил более 230 млрд рублей [11].

Однако стоит сказать и о возможных барьерах при внедрении систем ИИ в кредитных организациях: одним из основных препятствий для развития технологий в финансовой сфере является остающийся дискуссионным вопрос о

предоставлении ИИ возможности сбора и обработки деперсонализированных данных для обучения с соблюдением конфиденциальности. Также проблемой является высокая цена ошибки технологий ИИ: несмотря на автоматизацию операций, действия алгоритмов остаются непредсказуемыми и не обладают достаточной надежностью, а исправление подобных ошибок требует временных и финансовых затрат. И, наконец, как и во многих других отраслях, банковские и небанковские организации который год отмечают нехватку квалифицированных специалистов в сфере ИТ: дата-сайентистов (умеют преобразовывать большие массивы данных и применять их для решения конкретных задач), специалистов по ИИ, анализу данных и машинному обучению и т.п.

Таким образом, в результате исследования получены следующие результаты:

1. На данный момент системы ИИ активно используются в скоринге различными банковскими и небанковскими кредитными организациями. Это обусловлено значительными преимуществами – технологическими, временными и финансовыми – которые привносит внедрение ИИ в деятельность кредитных организаций.

2. Для устранения рисков использования ИИ применяются различные решения: в качестве примера можно привести утвержденные Сбербанком принципы этики ИИ. Согласно этим предписаниям сотрудники получают ориентиры для решения спорных ситуаций, которые могут возникнуть при взаимодействии с ИИ [12].

В целом применение искусственного интеллекта остается актуальным для экономики нашей страны, так как это дает возможность проанализировать большие объемы данных и автоматизировать многие процессы и задачи, за счёт чего значительно повышается производительность труда и рентабельность бизнеса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коробов Е. А., Семернина Ю. В., Усманова А. С., Одинокова К. А. Роботизированное формирование инвестиционного портфеля на российском облигационном рынке на основе модифицированной стратегии скольжения по кривой доходности // Бизнес-информатика. 2021. Т. 15. № 4. С. 7-21.

2. Федеральный закон «О банках и банковской деятельности» от 02.12.1990 № 395-1 (последняя редакция), Глава I // Справочно-правовая система «Консультант Плюс» [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5842/6833df0e9ef08568539f50f01a3a53c29505430e/ (дата обращения: 10.11.2023).

3. Коробов А. А. Риски банковских операций с золотом: институциональный аспект // Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками. 2021. № 6. С. 239-244.

4. Небанковские кредитные организации. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cbr.ru/admissionfinmarket/navigator/nko/> (дата обращения: 10.11.2023).

5. Список кредитных организаций, зарегистрированных на территории Российской Федерации по состоянию на 17.11.2023. [Электронный ресурс]. URL: https://cbr.ru/banking_sector/credit/FullCoList/ (дата обращения: 18.11.2023).

6. Ступак А. А., Мочалина О. С. Место и роль небанковских кредитных организаций

на денежном рынке РФ // Science Time. 2016. С. 802-808.

7. Карпунин В. И. Небанковская кредитная организация – действенный инструмент исполнения бюджета. [Электронный ресурс]. URL: http://www.library.ru/help/docs/n25828/3_3.pdf (дата обращения: 11.11.2023).

8. Кредитный скоринг. Как он работает и зачем нужен. [Электронный ресурс]. URL: <https://platforma.id/wiki/kreditnyj-skoring-kak-on-rabotaet-i-zachem-nuzhen> (дата обращения: 11.11.2023).

9. «В конечном счете это приносит пользу именно клиенту»: как и зачем банки используют искусственный интеллект. [Электронный ресурс]. URL: <https://incruasia.ru/specials/banks-and-ai/> (дата обращения: 12.11.2023).

10. Банки в 2022 году стали реже одобрять кредиты россиянам. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.forbes.ru/finansy/483526-banki-v-2022-godu-stali-reze-odobrat-kredity-rossianam> (дата обращения: 12.11.2023).

11. «Сбер» оценил в 230 млрд. рублей эффект от внедрения искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/> (дата обращения: 12.11.2023).

12. Правление утвердило принципы этики разработки и применения технологий ИИ. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php> (дата обращения: 12.11.2023).

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СФЕРЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРАВОПОРЯДКА И ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

В. Ю. Черемных

Донецкий филиал Волгоградской академии МВД России
E-mail: valeriy032@gmail.com

В статье рассмотрены сущность, а также этапы оценки уровня экономической безопасности государства. Исследованы последовательность оценки (алгоритм) уровня экономической безопасности государства, виды и уровни экономической безопасности, формирование системы индикаторов, а также особенности критериев оценки экономической безопасности.

Предложено применение нечеткого моделирования, позволяющего использовать нечеткие входные данные при имитационном моделировании и получать выходные данные, которые могут быть сведены к четким значениям с помощью методов дефаззификации для оценки экономической безопасности регионов.

Обоснована целесообразность использования инструментов нечеткой логики для оценки экономической безопасности государства.

Рассмотрены методологические основы оценки уровня экономической безопасности в сфере совершенствования правопорядка, а также правового регулирования. Установлено, что совершенствование нормативно-правовой базы экономических преобразований должно предполагать анализ законодательства, регулирующего экономические процессы и максимальным их приближением к реальной действительности.

METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF THE LEVEL ASSESSMENT ECONOMIC SECURITY IN THE FIELD OF IMPROVING THE RULE OF LAW AND LEGAL REGULATION

V. Y. Cheremnykh

The article considers the essence, as well as the stages of assessing the level of economic security of the state. The sequence of assessment (algorithm) of the level of economic security of the state, types and levels of economic security, the formation of a system of indicators, as well as the features of criteria for assessing economic security are investigated.

The use of fuzzy modeling is proposed, which allows using unclear input data in simulation modeling and obtaining output data that can be reduced to clear values using defuzzification methods to assess the economic security of regions. The expediency of using fuzzy logic tools to assess the economic security of the state is substantiated.

The methodological foundations of assessing the level of economic security in the field of improving the rule of law, as well as legal regulation are considered. It is established that the improvement of the regulatory framework of economic transformations should involve an analysis of the legislation regulating economic processes and their maximum approximations to reality.

В условиях значительного влияния глобализационных факторов и интеграционных процессов в политическом и социально-экономическом направлении важным аспектом оценки является экономическая безопасность государства.

Пандемия COVID-19 стала шоком для национальных экономик по всей планете. Многие аналитики согласны с тем, что это вызвало наибольший экономический кризис со времен Великой Отечественной войны, что крайне негативно отразилось на экономической безопасности (далее - ЭБ) мировых держав.

С целью своевременной оценки состояния, а также перспектив развития экономики, минимизации негативных тенденций и кризисных явлений необходимо обладать системными знаниями по оценке уровня ЭБ, угроз и механизмов минимизации негативного влияния на различных этапах развития, циклах общественного воспроизводства [6, с.91-92].

На основе изложенного можно сформулировать актуальность исследования, которая заключается в теоретическом обосновании сущности и оценки уровня ЭБ государства, анализе пороговых (нормативных) индикаторов, уровней ЭБ, а также выявлении системы индикаторов и критериев ЭБ в сфере совершенствования правопорядка и правового регулирования.

Основной целью управления ЭБ регионов является формирование благоприятных социально-экономических и институциональных условий для реализации экономических интересов каждого из их субъектов и государства в целом, поддержание их функционирования и интенсивного развития, обеспечение экономической независимости и свободы, конкурентоспособности и устойчивого экономического состояния в долгосрочной перспективе.

Управление ЭБ направлено на своевременное обнаружение и устранение угроз, возникающих в экономической системе государства, и создающих неблагоприятные условия для развития социально-экономических процессов на микро-, макро- и мезоуровнях национальной экономики. К тому же, процесс управления направлен на разработку превентивных мер противодействия негативно-му воздействию дестабилизирующих факторов, поддержание устойчивого развития регионов в условиях неопределенности, а также формирование правовой базы для экономической безопасности регионов. Это своевременное применение эффективных методов управления, обеспечивающих быструю адаптацию к негативным изменениям, встречным рискам и угрозам, и управляемость экономической системой государства в процессе дальнейшего развития. Вот почему крайне важно найти наиболее оптимальные инструменты для управления ЭБ регионов, а также возможности оперативного реагирования на негативные изменения во внутренней и внешней среде посредством экономических и административных мер [3, с.19-20].

Для решения этой проблемы, как отмечает Е. И. Кузнецова, необходимо сформировать новые методологические подходы к оценке ЭБ регионов, которая способствовала бы ее объективному количественному и качественному анализу. Кроме того, необходимо разработать управленческие меры по противодей-

ствию рискам и угрозам, возникающим в экономической системе региона, и на их основе принятие более эффективных управленческих решений в области экономической безопасности регионов на государственном уровне.

Так, в современных исследованиях ЭБ используют показатели, которые являются индикаторами множества компонентов ЭБ, фокусируются только на оценке определенных ее компонентов, игнорируя другие, используя слишком многие показатели для оценки. Вышеизложенное, по мнению автора, дает основания утверждать, что на современном этапе не был сформирован единый подход к выборке показателей, которые отражали бы состояние ЭБ. Таким образом, более объективные результаты могут быть получены только путем обобщения подходов исследователей и применения системного подхода к выбору показателей для оценки ЭБ.

Для оценки уровня ЭБ используется алгоритм, соответствующие индикаторы и их пороговые значения, соответствующие методики оценки, а именно: мониторинг основных макроэкономических показателей и сравнение их со среднемировым значением; оценка темпов экономического роста с использованием оценки основных макроэкономических показателей в динамике; методы экспертной оценки; метод анализа и обработки сценариев; методы оптимизации; методы многомерного статистического анализа [1, с.95].

Под «индикатором экономической безопасности» понимают реальные статистические показатели развития экономики страны, которые наиболее полно характеризуют явления и тенденции в экономической сфере.

Пороговые значения индикаторов ЭБ позволяют провести сравнение и выявить потенциальные «зоны опасности», уровни опасности (приемлемый риск – предкризисное состояние – кризисное состояние), а также определить условия адаптации страны к внешним изменениям [2, С. 50].

Обращаясь к этимологии слова «правопорядок» как неотъемлемой части ЭБ государства, А.К. Моденов отмечает, что прежде всего правопорядок — это организованность, устойчивость, характеризующие степень упорядочения общественных отношений, выступающие антиподом хаоса, анархии, неорганизованности. Кроме того, автор рассматривает правовой порядок как цель правового регулирования, создание с помощью права такой урегулированности общественных отношений, которые бы сохраняли и укрепляли существующий строй.

Формы же правового порядка, по мнению автора, отражают внутренне присущую ему структуру, а для того, чтобы определить уровень «кризисности» ситуации, как утверждает А. К. Моденов, используются количественные показатели, определяемые по нижеследующей формуле:

$$K_{\text{прест}} = \alpha_{\text{прест}} \cdot K_{\text{пр}}, \quad (1.1)$$

где:

$\alpha_{\text{прест}}$ – количество зарегистрированных преступлений на 1 тыс. чел. населения территории в рассматриваемом временном периоде;

$K_{\text{пр}}$ – корректирующий коэффициент, учитывающий долю раскрытых

преступлений в общем количестве зарегистрированных преступлений в рассматриваемом временном периоде, который, в свою очередь, рассчитывается как

$$K_{\text{пр}} = \frac{100}{\alpha_{\text{раск}}}, \quad (1.2)$$

где:

$\alpha_{\text{раск}}$ – доля раскрытых преступлений в общем количестве зарегистрированных преступлений, % [4, с.156-157].

Так, оценка кризисной ситуации реализуется в ходе изучения тенденций изменения показателей сферы правопорядка – количественного выражения зарегистрированных преступных деяний; раскрываемости преступлений с учетом их видовых особенностей, состава лиц; численности осужденных [5, с.167].

В свою очередь, предметом правового регулирования обеспечения ЭБ, по мнению Д.В. Валько, выступает система отношений между органами государственного управления, а также субъектами хозяйствования по поводу организации и реализации комплекса мер по обеспечению ЭБ строго очерченных, правомерных действий при устранении возникающих угроз, а также отрицательных явлений.

Функционирование экономики невозможно без формирования действенной системы ЭБ, а чрезвычайно важного значения приобретает осуществление оценки уровня ЭБ государства и принятия всех необходимых мер, которые будут способствовать повышению уровня защиты национальных интересов [7, С. 35].

Однако, несмотря на достижения исследователей в области методологии оценки, что касается ЭБ регионов, предлагаемые сегодня подходы имеют ряд «слабых» мест. Это определяет исследуемую проблему, т.е. поиск более гибкого, реалистичного и, следовательно, более эффективного метода оценки экономической безопасности регионов, который позволил бы избежать вышеуказанных недостатков [8, С. 205-206].

Так, ученые доказали, что экономико-математическое моделирование является продуктивным методологическим подходом к оценке ЭБ. Таким образом, значительный прогресс в оценке уровня ЭБ регионов был достигнут за счет использования метода кластеризации, а также нелинейного подхода и метод нечеткой логики (нечеткого моделирования).

Метод нечеткого моделирования имеет существенные преимущества перед детерминированными подходами при оценке ЭБ государства. Во-первых, этот метод позволяет использовать нечеткие входные данные при моделировании и формализовать их с помощью математического аппарата теории нечетких множеств. Кроме того, нечеткий вывод позволяет получать выходные данные, которые могут быть приведены к четким значениям (метод дефазификации).

Метод нечеткой логики, по сравнению с другими методами, открывает возможности для получения нечетких моделей, которые ближе к реальным

процессам, которые они описывают, а также более точных и объективных результатов в процессе оценки уровня ЭБ. Это, в свою очередь, является основой для формирования эффективных подходов к принятию решений и управления экономической безопасностью органами государственной власти и местного самоуправления на мезоуровне экономики.

Учитывая, что оценка экономической безопасности регионов основана на анализе факторов, которые влияют на нее и которые часто неясны и нуждаются в формализации, использование традиционных подходов здесь видится неуместным. Именно поэтому для оценки экономической безопасности регионов предлагается методологический подход, который основан на методе нечеткой логики и позволяет проводить исследования в статике и динамике, анализировать количественные и качественные показатели, оценивать общий уровень экономической безопасности и ее отдельных компонентов, а также принимать эффективные управленческие решения.

Алгоритм оценки уровня экономической безопасности регионов включает в себя три этапа: формирование набора показателей, характеризующих экономическую безопасность региона, их распределение по группам (входные данные системы); формализация нечетких данных с использованием лингвистических переменных; построение базы нечетких правил: описание лингвистических переменных с использованием функций принадлежности; формирование базы правил; определение требуемого количества правил для адекватного описания модели; выбор метода дефаззификации для получения значения интегрального показателя экономической безопасности региона [8, С. 209-210].

Кроме того, важно сформировать правовую базу для поддержки развития регионов, которая включает изменения норм в области налогообложения и государственной региональной политики, сотрудничества и объединения территориальных общин, делегирование полномочий органам местного самоуправления, формирование эффективных моделей финансовой поддержки регионов и поддержку регионального развития.

Таким образом, перспектива дальнейших научных исследований в области рассматриваемой проблематики также видится в разработке системы критериев, параметров, индикаторов и их предельных значений, которые отражают состояние экономики и дают возможность надлежащим образом очертить величину реальных и потенциальных угроз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кузнецова Е. И.* Экономическая безопасность: учебник и практикум для вузов / 2-е изд. М. : Изд-во Юрайт, 2022. 336 с.
2. *Розанова Н. М.* Национальная экономика в 2 ч. Ч. 2: учебник для вузов / 2-е изд., перераб. и доп. М. : Изд-во Юрайт, 2022. 297 с.
3. *Васильев В. П.* Государственное регулирование экономики: учебник и практикум для вузов / 4-е изд., перераб. и доп. М. : Изд-во Юрайт, 2022. 178 с.
4. *Моденов А. К.* Основы экономической безопасности : учеб. пособие. Санкт-Петербург : ЭБС АСВ, 2017. 220 с.

5. *Уразгалиев В. Ш.* Экономическая безопасность: учебник и практикум для вузов / 2-е изд., перераб. и доп. М. : Изд-во Юрайт, 2022. 675 с.
6. *Бабурина О. Н.* Экономическая безопасность: учебник и практикум для вузов / М. : Изд-во Юрайт, 2022. 316 с.
7. *Валько Д. В.* Экономическая безопасность: учеб. пособие для вузов / М. : Изд-во Юрайт, 2022. 150 с.
8. *Гончаренко Л. П. и др.* Экономическая безопасность : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Изд-во Юрайт, 2022. 340 с.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РИСКИ В СФЕРЕ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

А. А. Январёва, С. С. Голубева

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: golubevass@mail.ru, nastyayanv96@mail.ru

В статье поднимается проблема бесперебойного функционирования системы жилищно-коммунальных услуг, а также вопрос минимизации рисков, влияющих на работу жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ).

Авторами предлагаются направления по снижению вероятности возникновения факторов рисков функционирования ЖКХ.

ECONOMIC RISKS, PROBLEMS AND PROSPECTS IN THE SPHERE OF HOUSING AND UTILITIES

A. A. Yanvareva, S. S. Golubeva

The article raises the problem of the uninterrupted functioning of the housing and communal services system, as well as the issue of minimizing the risks affecting the work of the housing and communal services (HCS).

The authors suggest directions to reduce the likelihood of risk factors for the functioning of housing and communal services.

Актуальность темы исследования заключается в том, что сфера жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) является важной и острой темой для обсуждения. Проблемы сферы ЖКХ возникают повсеместно, в любой местности, в любое время года. Рассмотрим основные риски и проблемы, влияющие на работу системы жилищно-коммунального хозяйства.

С экономической точки зрения выделяют два вида рисков в жилищно-коммунальной сфере [1, 2]:

- экзогенный риск – риск, который не поддаётся регулированию участниками процесса по управлению жилищным фондом;
- эндогенный - риск, который подвержен влиянию и, следовательно, оптимизации со стороны субъекта жилищно-коммунальной сферы.

Рассмотрим классификацию экзогенного риска [3, 4].

1. Инфляционный риск – это возможность обесценения денег (реальной стоимости активов) в результате инфляционного роста цен. Оказывает существенное влияние на финансирование жилищно-коммунальной сферы: в случае обесценивания денег, падения курса валюты, сокращается финансирование, а стоимость расходных материалов увеличивается. В связи с этим затягиваются ремонты аварий на сетях, замена старых труб, замена и поверка приборов учёта, что влечёт за собой перебой в работе жилищно-коммунальных услуг, ухуд-

шается их качество.

2. Экологический заключается в вероятности возникновения отрицательных изменений в окружающей природной среде или неблагоприятных последствий этих изменений, вследствие отрицательного воздействия на окружающую среду. Рассмотрим, к примеру, выброс отходов завода в местный водоём. Выброс отходов может спровоцировать загрязнение, а в некоторых случаях и заражение воды. В связи с этим вероятность загрязнения грунтовых вод очень высока, что ведёт к ухудшению качества потребляемой воды населением. Установка дополнительных очистительных фильтров, очистка водоёма в этом случае будет требовать дополнительной потребности в финансировании. Необходимо внимательно следить за местными заводами, производствами, организациями, чтобы не допустить подобной проблемы. Финансирование на предотвращение загрязнения воды или грунта будет меньше, чем финансирование устранения последствий загрязнения или экологической катастрофы.

3. Политический риск – это возможность возникновения убытков или сокращения размеров прибыли, являющихся следствием: государственной политики; принятия органами власти непопулярных административных решений; вероятности получения административных взысканий в связи с грубым нарушением действующего законодательства. Финансирование со стороны государства является основополагающим фактором для работы жилищно-коммунальной сферы, зачастую с этим происходят проблемы. Для решения этих проблем нужно крайне детально рассмотреть систему финансирования сферы жилищно-коммунального хозяйства, выстроить специальную программу для финансирования данной сферы деятельности.

4. Нормативно-правовой риск связан с законодательным регулированием тарифов на отдельные виды жилищно-коммунальных услуг, введением норм / правил / стандартов обслуживания. Принятие новых законов с сфере жилищно-коммунального хозяйства, регулирование тарифов государством может благотворно повлиять на работу жилищно-коммунальной службы. Благодаря этому можно будет наладить финансирование данной сферы, наладить работу и улучшить качество предоставляемых услуг.

5. Финансовый риск возникает в следствии несовершенства тарифной политики. Бюджетное недофинансирование в части восстановления выпадающих доходов от оказания услуг в дотационных регионах. Повышение тарифов зачастую негативно влияет на жилищно-коммунальную сферу. В 2023 году задолженность россиян за жилищно-коммунальные услуги достигла почти 900 миллиардов рублей. Это огромные цифры, которые так же влияют на финансирование сферы ЖКХ. Долги жителей и муниципальных учреждений растут, финансирование, которое исходит от оплаты коммунальных услуг, падает, что в свою очередь влечёт за собой проблемы с ремонтом, заменой труб и сетей, капитального ремонта и многого другого. Одной из решения проблемы повышения тарифов, особенно необоснованного повышения тарифов, является государственный контроль тарифов на коммунальные услуги.

6. Социальный риск связан с высокой социальной значимостью управления жилищным фондом, как реализации потребностей социальных групп в комфортном жилье. Расселение ветхого жилья, расселение из аварийных домов, капитальный и косметический ремонт, облагораживание прилегающих территорий требуют достаточно большого финансирования. Это зависит, в частности, от размера регионального или муниципального бюджета. Данную проблему нужно анализировать ежегодно и внимательно контролировать смету расходов.

7. Юридический риск обусловлен особенностями объектов обслуживания в жилищно-коммунальной сфере и нестыковками в Жилищном и Гражданском кодексах РФ. Возникает, чаще всего, при обслуживании многоквартирных домов с частично приватизированными и сдаваемыми муниципалитетом в наем квартирами. В практике управления жилищно-коммунальным хозяйством имеют место случаи юридически неверно оформленных документов. Например, граница расположения магазина, находящегося в жилом доме, была установлена неверно и за часть помещения собственник отказывается платить коммунальные услуги. В этом случае управляющая компания может распределять эти услуги на жителей дома, что является неудобством и проблемой для жильцов, в связи с этим возникают разногласия, задолженность за оплату коммунальной услуги. При составлении юридических документов крайне важно обращать внимание на оформляемые документы, в частности, на границы балансовой принадлежности здания или помещения.

8. Региональный риск возникает из-за особенностей экономического, политического и социального положения отдельных административных или географических регионов: дефицит бюджета, низкий уровень доходов населения. Финансирование сферы жилищно-коммунального хозяйства исходит от государства и перераспределяется между региональным, муниципальным и районным управлением. В частности, финансирование того или иного региона зависит от доходов населения в регионе, его расположении и качества уровня жизни в нём.

9. Природно-климатический риск – это риск возмещения ущерба, понесенного из-за произошедших природных катаклизмов. Ввиду погодных условий и природных стихий могут возникать непредвиденные ситуации для жилищно-коммунальных услуг. Как пример можно рассмотреть последствия урагана: при сильном ветре повреждаются провода, выходят из строя электрические сети. В следствие этого возникает потребность в дополнительном финансировании, ремонте сетей и проводов. В зависимости от степени урона от природных стихий и непогоды может образоваться потребность в достаточно большом финансировании.

Далее рассмотрим некоторые основные классификации составляющих эндогенного риска [3, 4].

1. Финансовый риск появляется из-за: нечистоплотности со стороны руководителей товариществ собственников жилья, управляющих компаний в ис-

пользовании денежных средств; долевой ответственности собственников в товариществах собственников жилья; низкого сбора платежей за оказанные жилищно-коммунальные услуги вследствие неплатежеспособности определенных слоев населения, либо целенаправленного отказа от осуществления коммунальных платежей; возникновения кредиторской задолженности перед ресурсоснабжающими организациями. Что касается нечистоплотности со стороны руководителей товариществ, собственников жилья и управляющих компаний, то данная проблема весьма серьезная, несмотря на проводимую политику государства в сфере коррупции, она к сожалению, пока ещё остаётся, что приносит существенный урон финансированию и качеству оказываемых коммунальных услуг. Возникновение задолженности перед ресурсоснабжающими организациями зависит от доходов населения, а муниципальной сферы от финансирования государства [1, 2, 5].

2. Юридический риск обусловлен как внешними, так и внутренними факторами: несоответствие внутренних правовых документов организации действующим нормам законодательства; нарушение клиентами и контрагентами условий договоров; нарушение срока оплаты по договору на коммунальные услуги (к примеру муниципальной организацией) ведёт к начислению пеней и штрафам согласно договору. Это опять же лишние затраты, дополнительное финансирование, суммы пеней и штрафов определяются от суммы договора, в некоторых случаях могут достигать довольно больших сумм. Необходимо крайне внимательно читать все условия договора, обговорить сроки оплаты с поставщиком, если это возможно, и не допускать задолженности оплаты коммунальных услуг.

3. Производственный риск – это вероятность убытков или дополнительных издержек, связанных с неудовлетворительным состоянием жилищного фонда, инженерных сетей, основных фондов, низким качеством материалов и других ресурсов, что приводит к сбоям или остановке производственных процессов. Возникающие аварии на сетях или объектах коммунальной сферы, требуют дополнительного финансирования. В зависимости от аварий порой потребность в денежных средствах может быть достаточно высокой. С отсутствием нужного финансирования сроки ремонта затягиваются, возникает аварийная ситуация, потребителям не поставляется нужная услуга. В период, когда услуга не поставляется, за неё нет оплаты от потребителей, что в итоге влияет на финансирования данной сферы. Чем дольше идёт ремонт на коммунальных объектах, тем больше составляют убытки в коммунальной сфере.

4. Кадровые риски определяются как потенциальные потери, связанные с собственным персоналом предприятия; неудовлетворительным уровнем квалификации персонала, который влечет за собой риск принятия неверных производственных и управленческих решений. Кадровые риски нельзя заранее просчитать на сто процентов, так как человек подвержен изменениям, а его поступки, мотивы деятельности определяются как сознательным мышлением, так и сферой бессознательного. Нехватка работников в жилищно-коммунальной

сфере так же является проблемой. В частности, из-за низких зарплат люди отказываются идти работать в коммунальные службы. Необходимо пересмотреть заработные платы в жилищно-коммунальной сфере, так как работа достаточно сложная и тяжёлая и занимает важное место в жизни населения. Рост заработной платы обеспечит спрос на рабочие места, повышение качества услуг, своевременную поставку и оказание услуг, сократит сроки ремонтов. Это требует дополнительного финансирования, но это так же необходимо сделать для улучшения работы коммунальной сферы.

5. Стратегический риск появляется из-за особенностей комплекса внутренних организационно-технологических регламентов и инструкций, регулирующих постановку технологической деятельности предприятий ЖКХ, обеспечивающих соотношение качества сервиса и уровня тарифов, которые могут обеспечить продление договора управления многоквартирным домом после окончания срока его действия, как залог долгосрочной стратегии бизнеса. Регламенты, постановления, инструкции в жилищно-коммунальной сфере являются крайне важной составляющей. Их необходимо актуализировать, уделять внимание важным аспектам и, конечно же, неукоснительно соблюдать. Из-за несоблюдения данных документов случаются ситуации, которые влияют на работу жилищно-коммунальной службы, качество оказываемых услуг и на финансирование данной сферы. Несоблюдение регламентов, постановлений, инструкций может привести к авариям на коммунальных объектах, ухудшению качества поставляемых услуг, ухудшению рабочих условий труда, увольнением сотрудников. Всё это требует дополнительного финансирования и поэтому нужно уделять внимание документам, регулирующих трудовую деятельность, самое пристальное внимание. Действия согласно правилам и регламентирующим документам обеспечит качество оказываемых услуг в жилищно-коммунальной сфере и поможет сократить финансирование на непредвиденные аварии или нештатные ситуации [1, 2, 3].

6. Репутационный риск является угрозой деловой репутации организаций жилищно-коммунального комплекса в глазах потребителей, которая может быть вызвана некорректными расчетами с потребителями, перебоями в поставке услуг. Неверно выставленные счета, ошибки в начислении происходят довольно часто. Из-за этого возникают разногласия между потребителем и поставщиком или управляющей компанией. В процессе уточнения информации, разбирательств, которые приносят неудобства, как потребителю, так и поставщику. Оплата происходит не вовремя, это влияет на финансирование в следующем периоде. Затраты, выставленные потребителю возникшие по вине управляющей компании, например утечка ресурса на объекте, так же оказывают влияние на финансирование, в следствии уточнения данных по начислениям, оплата основной услуги производится позже и управляющей компании нужно будет покрыть затраты на утечку или аварийную ситуацию на объекте. Всё это влияет на качество поставляемых услуг и если такие проблемы у управляющей компании встречаются довольно часто, то потребители могут перестать пользоваться

услугами данной управляющей компании.

Таким образом, для минимизации рисков в сфере ЖКХ необходим тщательный анализ вероятности наступления неблагоприятных событий со стороны всех субъектов данной сферы. Важным моментом в управлении рисках жилищно-коммунального хозяйства является соотношение рисков и доходности, поэтому, считаем необходимым создание благоприятных условий для эффективного функционирования жилищно-коммунального хозяйства и повышения инвестиционной привлекательности организаций, как со стороны государства, так и со стороны муниципалитета [5, 6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Балаш О. С.* Пространственный анализ темпов роста городов России // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. 2013. Т. 13. № 2. С. 186-191.

2. *Васина А. В., Глушкова Ю. О.* Экономико-управленческая стратегия: сущность и содержание // Экономическая безопасность и управление инновациями : сборник трудов Междун. науч.-практич. конф. 2019. С. 56-58.

3. *Голубева С. С., Голубниченко М. В.* О методах управления рисками российских предприятий // Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками: материалы VIII Междун. молодеж. науч.-практич. конф. 2019. С. 131-135.

4. *Голубева С. С., Рзаева Л. Р.* Особенности формирования системы риск-менеджмента предприятия // Бизнес и стратегии. 2016. № 3 (04). С. 26-30.

5. *Голубева, С. С., Голубниченко М. В.* Современные подходы к изучению риска // Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками. 2020. № 5. С. 162-165.

6. *Сердюкова Л. О., Глушкова Ю. О., Нурулин Р. Н.* Бизнес-модели инновационного развития в условиях цифровизации // Инновационная деятельность. 2019. № 4 (51). С. 69-77.

АКТУАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОСТИ РОССИЙСКИХ СТРАХОВЩИКОВ

С. А. Калайда, Г. В. Чернова

Санкт-Петербургский государственный университет, Россия
E-mail: s.kalayda@spbu.ru, chernovagalina@yandex.ru

В статье рассматриваются вопросы актуального регулирования страховой деятельности в РФ в части обеспечения платежеспособности и финансовой устойчивости страховщиков. Авторы рассматривают применяемый порядок оценки платежеспособности и обращают внимание на некоторые неточности при ее реализации, в частности на выполнение нормативного соотношения активов и принятых страховых обязательств и учет в нем рискованного капитала.

CURRENT REQUIREMENTS FOR ASSESSING THE SOLVENCY OF RUSSIAN INSURERS

S. A. Kalayda, G. V. Chernova

The article deals with the issues of current regulation of insurance activities in the Russian Federation in terms of ensuring the solvency and financial stability of insurers. The authors consider the applied procedure for assessing solvency and pay attention to some inaccuracies in its implementation, in particular, the fulfillment of the normative ratio of assets and assumed insurance obligations and the accounting of risk capital in it.

Существенным условием эффективного развития страхового рынка является обеспечение стабильного функционирования его основных участников – страховых организаций, к которым, в связи с этим, предъявляются требования к платежеспособности и финансовой устойчивости. С 1 января 2023 года в РФ они в полном объеме регламентируются Положением Банка России 781-П¹ (далее – Положение).

Вопросам обеспечения финансовой устойчивости и платежеспособности страховых организаций в научной литературе традиционно уделяется большое внимание. Теоретические аспекты рассматриваются в работах Архипова А.П., Федоровой Т.А. [1], Комаровой Г.В. [2], Котловского И.Б. [3], Харитоновой Н.Н. [4] и др. Созданию в середине 2000-х годов системы финансового контроля Solvency II в странах Евросоюза и обсуждению отдельных ее аспектов были посвящены работы российских и европейских исследователей страхового бизнеса [5], [6], [7], [8], [9]. Вслед за Европой последовало внедрение риск-

¹ Положение Банка России «О требованиях к финансовой устойчивости и платежеспособности страховщиков» № 781-П от 16.11.2021 г.

ориентированного подхода к регулированию страховой деятельности в РФ², обсуждение которого затрагивалось, например, в работе Трутневой С.А. [10] Яновой С.Ю. [11]. Большое внимание вопросам реформирования подходов к оценке платежеспособности уделяли белорусские коллеги Везезубова Т.А. [12], Борисенко П. И. [13]. Реализация такого подхода, основанного на европейской системе и заявленного Банком России, существенно изменила методику нормативного регулирования оценки платежеспособности: поменялся состав нормативных документов – по сути Положение № 781-П заменило собой ряд ранее действовавших указаний (по формированию и инвестированию страховых резервов, по определению величины собственных средств, нормативному соотношению активов и обязательств); обновилась формула оценки платежеспособности. Несмотря на существенную значимость этого нормативного документа и высокую заинтересованность профессионального сообщества в изучении его особенностей публикации по этому вопросу носят единичный характер [14].

В целом от решения проблемы обеспечения финансовой устойчивости и платежеспособности страховщиков зависит возможность гарантии предоставления страховой защиты обществу. Поэтому эта задача имеет особое значение для эффективного функционирования современной экономики [15].

Известно, что платежеспособность страховой организации предполагает ее способность выполнить свои обязательства, в первую очередь страховые, в любой момент времени [16], причем сделать она это может за счет сформированных страховых резервов и имеющихся в наличии собственных средств. Так как размер страховых резервов достаточно определен (они формируются с помощью актуарных методов, новые подходы к которым установлены в Положении), то возникает необходимость определения размера собственных средств, которые могут быть использованы для покрытия страховых обязательств. Эта проблема регулятором решается за счет установления требования по выполнению нормативного соотношения активов и обязательств. Экономический смысл такого соотношения в целях обеспечения платежеспособности заключается в сопоставлении фактически имеющихся собственных средств, которые могут быть направлены на выполнение страховых обязательств, с тем необходимым размером собственных средств, который определяется особенностями осуществляемых видов страхования и формируемого страхового портфеля, а также учитывает возможные потери в результате воздействия рисков.

Расчет нормативного соотношения собственных средств и принятых страховых обязательств (НС) производится по формуле:

$$НС = \frac{К + СЗ}{\max(МРУК, НРМП + РК)},$$

где: К - величина собственных средств (капитала) (определяется в соответствии с главой 1 Положения);

² Концепция внедрения риск-ориентированного подхода к регулированию страхового сектора в РФ. Официальный сайт ЦБ РФ. [Электронный ресурс]. URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/41412/concept_solvency_II.pdf



СЗ - остаточная стоимость полученных страховой организацией субординированных займов, рассчитываемая по п. 6.2 Положения;

МРУК - минимальный размер уставного капитала страховой организации, определенный законодательно³;

НРМП - нормативный размер маржи платежеспособности (определяется в соответствии с пунктом 6.3 Положения);

РК – рисковый капитал - величина оценки влияния рисков на собственные средства (капитал) (определяется в соответствии с пунктами 6.4 и 6.5 Положения). Его экономический смысл – размер снижения или потери стоимости активов, обусловленный возможной реализацией соответствующих рисков.

В итоге достаточность собственных средств страховой организации оценивается путем сопоставления фактической стоимости собственных средств страховщика, которая может быть использована для выполнения страховых обязательств, с их нормативным размером, определяемым реализуемыми видами страхования и конкретным страховым портфелем, а страховая организация признается платежеспособной или нет (табл.).

Оценка платежеспособности

Результат сопоставления	Статус страховой организации
Фактическая стоимость собственных средств не ниже нормативного заданного порогового значения	Платежеспособна
Фактическая стоимость собственных средств не ниже ее нормативного размера, но меньше заданного порогового значения	Платежеспособна, но необходим план финансового оздоровления
Фактическая стоимость собственных средств ниже нормативного размера	Неплатежеспособна

Источник: составлено авторами на основе Положения

Обратим внимание, что расчет нормативного соотношения собственных средств страховщика и принятых страховых обязательств российские страховые организации осуществляли и раньше. Однако ранее действующая методика основывалась на несколько ином подходе к определению величины фактической и нормативной стоимости собственных средств страховщика. Во-первых, в качестве фактической стоимости собственных средств хоть и заявлялись к рассмотрению активы, свободные от обязательств, но их тщательный отбор не осуществлялся – в расчете учитывалась величина собственных средств (сумма уставного, резервного и добавочного капитала и нераспределенной прибыли) за вычетом определенных обязательств (собственные акции, выкупленные у акционеров, просроченная дебиторская задолженность и т.п.). Во-вторых, при определении фактической стоимости собственных средства страховщика не учитывалось снижение стоимости активов страховщика в результате возможной реализации соответствующих рисков. В-третьих, на определенном этапе применения действующих редакций методики оценки платежеспособности сопоставле-

³ Пункт 3 статьи 25 Закона Российской Федерации «Об организации страхового дела в Российской Федерации»



ние отношения фактической и нормативной маржи платежеспособности проводилось лишь с одним, нормативным показателем, т.е. без порогового значения.

Проведенный анализ показал, что современная формула оценки платежеспособности предусматривает иной расчет фактических собственных средств – это расчетный показатель K , который учитывает только те виды активов, в которые вложены собственные средства и которые гарантированно могут быть направлены на выполнение обязательств. Возможное влияние рисков на стоимость активов, которые приобретены за счет собственных средств, учитывается в показателе рискованного капитала. Кроме того, установлены как нормативное, так и пороговое значение размера собственных средств страховщика.

Однако по расчету нормативного соотношения, применяемого с 2023 г., можно высказать несколько спорных моментов.

1. Неточным, на взгляд авторов, является название нормативного соотношения.

Рассматриваемое соотношение используется для оценки платежеспособности страховщика – для расчета необходимой величины собственных средств, которая наряду со страховыми резервами с учетом специфики реализуемых видов страхования и особенностями страхового портфеля (в виде принятых и выполненных страховых обязательств) должна быть у него для того, чтобы выполнить страховые обязательства. Поэтому нормативное соотношение должно оценивать достаточность не всех собственных средств, а только той их части, которая может использоваться для выполнения страховых обязательств. Сам расчет величины K , отраженной в числителе формулы, это предусматривает - в соответствии с п.1.2 и 1.3. Положения учитывается фактическая стоимость разрешенных активов, формирующих часть собственных средств страховщика, которая может использоваться для выполнения страховых обязательств. Однако, название величины K это не отражает - в тексте Положения используется понятие «собственные средства (капитал) страховой организации» (традиционно в теории и практике оно используется для определения всех собственных средств). В связи с этим и само название соотношения («нормативное соотношение собственных средств (капитала) и принятых обязательств страховой организации») не отражает его экономический смысл и является некорректным [17].

2. Порядок учета риска на капитал.

Особенностью Положения является заявленный в нем риск-ориентированный подход к оценке платежеспособности страховой организации. Идея его реализации основана на том, что при оценке платежеспособности страховщика должны учитываться риски снижения или потери стоимости тех активов, которые принимаются в расчет собственных средств. В расчете нормативного соотношения эта задача решается путем увеличения нормативной маржи платежеспособности на величину РК – рисковый капитал – размер возможных потерь или снижения стоимости активов, обусловленный реализацией определенных рисков (концентрационного, риска изменения кредитного спреда, процентных ставок, стоимости акций, валютного курса, цен на недви-



мость). В Положении возмещение этих потерь учитывается в знаменателе формулы как дополнительное обязательство страховщика. Однако такой подход является достаточно спорным. По мнению авторов, логичнее было бы с учетом экономического смысла самой оценки платежеспособности (как оценки достаточности для выполнения страховых обязательств имеющихся реально разрешенных активов, вошедших в часть собственных средств страховщика) отражать РК в числителе формулы нормативного соотношения – то есть рассчитывать фактическую стоимость разрешенных активов, формирующих часть собственных средств страховщика, используемой для выполнения страховых обязательств, с учетом возможной потери рискованного капитала.

Основные выводы. В статье выделены спорные моменты относительно нормативной оценки платежеспособности страховщиков, заключающиеся в некорректном названии нормативного соотношения, используемого для оценки платежеспособности, и применяемого в нем показателе капитала страховщика, а также по порядку оценке риска на капитал в этом соотношении. В дальнейших исследованиях авторами разработана и предложена альтернативная формула оценки платежеспособности страховщика [18].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Архипов А. П., Федорова Т. А.* Управление страховой компанией в условиях кризиса платежеспособности // *Финансы*. 1996. № 11. С. 37-40.
2. *Комарова Н. В.* Страховое образование в Санкт-Петербургском государственном университете: к десятилетию кафедры управления рисками и страхования // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика*. 2011. № 4. С. 130-140.
3. *Котловский И. Б., Сметанин А. Е.* Рисковый подход к оценке платежеспособности страховой компании // *Финансы*. 2007. № 6. С. 39-43.
4. *Харитоновна Н. Н.* Финансовая устойчивость и платежеспособность страховой организации // *Математические модели и информационные технологии в организации производства*. 2011. № 2. С. 111-114.
5. *Алдухова Е. В.* Международный опыт внутренней оценки рисков и платежеспособности страховой организации // *Финансы*. 2020. № 8. С. 58-64.
6. *Брызгалов Д. В.* Влияние требований Solvency 2 на страховой рынок Российской Федерации // *Финансовая аналитика: проблемы и решения*. 2015. № 13 (247). С. 21.
7. *Gatzert N., Kosub T.* The Impact of European Initiatives on the Treatment of Insurers' Infrastructure Investments Under Solvency II // *The Geneva Papers on Risk and Insurance*. 2017. Vol. 42 (4). P. 708-731.
8. *Kočović J., Koprivica M., Paunović B.* Initial effects of Solvency II implementation in the European Union // *Ekonomika preduzeća*. 2017. Vol. 65 (7-8). P. 436-452.
9. *Lindberg D. L., Seifert D. L.* Risk management in the insurance industry: a comparison of solvency II to US insurance regulations // *Journal of Insurance Issues*. 2015. Vol. 38 (2). P. 233-243.
10. *Трутнева С. А.* Современные тенденции инвестиционной деятельности страховщика в Российской Федерации // *Креативная экономика*. 2021. Т. 15. № 4. С. 1349-1364.
11. *Янова С. Ю.* Риск-ориентированный подход: новая парадигма регулирования и развития страхового рынка // *Финансы*. 2018. № 1. С. 26-33.
12. *Верезубова Т. А.* Применение риск-ориентированного подхода при оценке платежеспособности страховых организаций // *Новая экономика*. 2021. № S 1. С. 197-204.
13. *Борисенко П. И.* Особенности оценки платежеспособности страховой организации



на современном этапе // Вестник науки. 2023. Т. 1. № 6 (63). С. 69-74.

14. *Пушкарев С. В.* Нормативные требования к финансовой устойчивости и платежеспособности страховщиков // Инновационные технологии управления и права. 2020. № 2 (28). С. 34-38.

15. *Кузнецова Е. А., Ашихмина С. С., Винникова И. С.* Управление платежеспособностью страховщика // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2018. Т. 1. № 7 (33). С. 236-240.

16. *Чернова Г. В.* Основы экономики страховой организации по рисковому видам страхования / Санкт-Петербург : Питер, 2005. 235 с.

17. *Чернова Г. В., Калайда С. А.* Оценка платежеспособности страховой организации в соответствии с Положением № 781-П // Страховое дело. 2023. № 7 (364). С. 3-13.

18. *Чернова Г. В., Калайда С. А.* Альтернативная формула соотношения по оценке платежеспособности страховой организации // Страховое дело. 2023. № 8 (365). С. 33-43.



ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО СТРАХОВОГО РЫНКА

А. В. Саломатин

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Россия
E-mail: salomatinav@gmail.com

В данной статье рассматриваются факторы, влияющие на развитие страхового рынка в России. На базе экономической статистики и прикладных методов анализа временных рядов исследуются и прогнозируется динамика собранных страховых премий как одного из ключевых показателей роста. Проводится исследование и отбор факторов развития страхового рынка

DEVELOPMENT FACTORS OF THE RUSSIAN INSURANCE MARKET

A. V. Salomatin

This article analyzes the factors influencing on development of the insurance market in Russia. Based on economic statistics and applied methods of time series analysis, the dynamics of collected insurance premiums is studied and forecasted as one of the key growth indicators. Research and selection of insurance market development factors is being carried out

Страхование является важным и необходимым инструментом в современной экономике, который может поддерживать стабильное, здоровое и безопасное развитие национальной экономики, а также защищать предприятия от различных природных и производственных рисков. Для сохранения стабильности и здорового развития страхового рынка важно улучшать не только качество предоставляем услуг, но и также поддерживать равномерный и высокий уровень страхового покрытия для всех регионов России. В последние годы российский финансовый рынок сталкивается с беспрецедентными возможностями и вызовами в связи различными потрясениями, такими как: пандемия, геополитические конфликты, природные катаклизмы и др. Несмотря на это, страховые компании продолжают свой активный рост, улучшая не только финансовые показатели для привлечения новых активов, но и внедряют технологии, цифровые платформы для улучшения процессов и обслуживания клиентов, что способствует росту эффективности и увеличению клиентской базы

Одним из основных показателей эффективной работы страховой организации является страховая премия. Изменение общего рыночного объема данного показателя отражает динамику развития страхового рынка на макроуровне. Для анализа ситуации на страховом рынке России воспользуемся сезонными данными по страховым сборам с 2006 по 2021 гг. ¹

¹ ЦБ РФ [Электронный ресурс]. URL https://cbr.ru/insurance/reporting_stat/ (дата обращения: 28.09.2023).

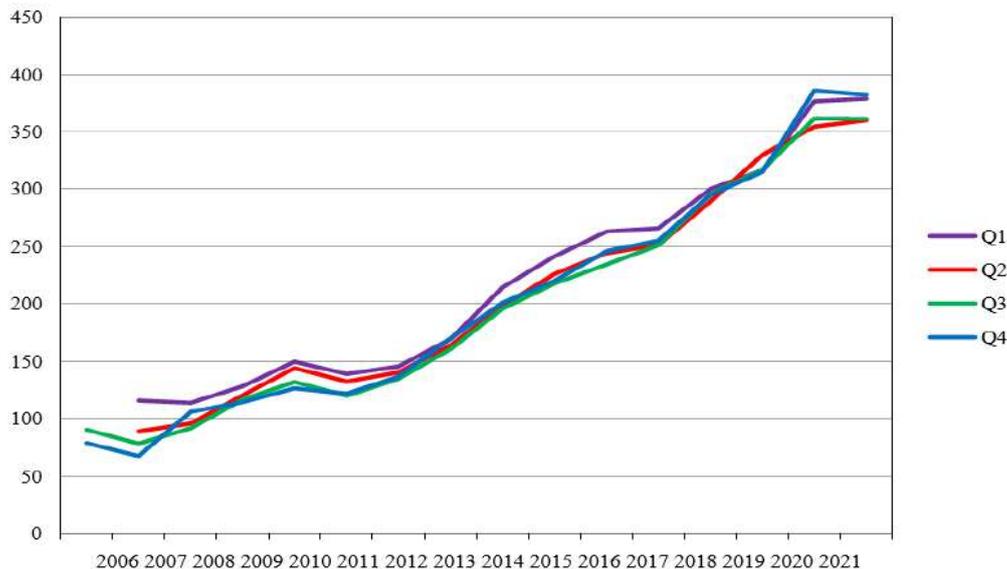


Рис. 1. Сумма собранных премий в России (в млн. руб.)

На рисунке заметен детерминированный тренд, который приводит к росту суммы страховых премий с течением времени. Номер квартала с наименьшим значением исследуемой переменной менялся с течением времени, однако на основании выборочной совокупности можно утверждать, что минимальная величина признака в среднем достигается в третьем квартале. Различия в средних значениях по кварталам на первый взгляд несущественны, что может быть аргументом в пользу отсутствия сезонных колебаний. В то же время эти результаты не сходятся с визуальным анализом периодограммы и корреляционных функций.

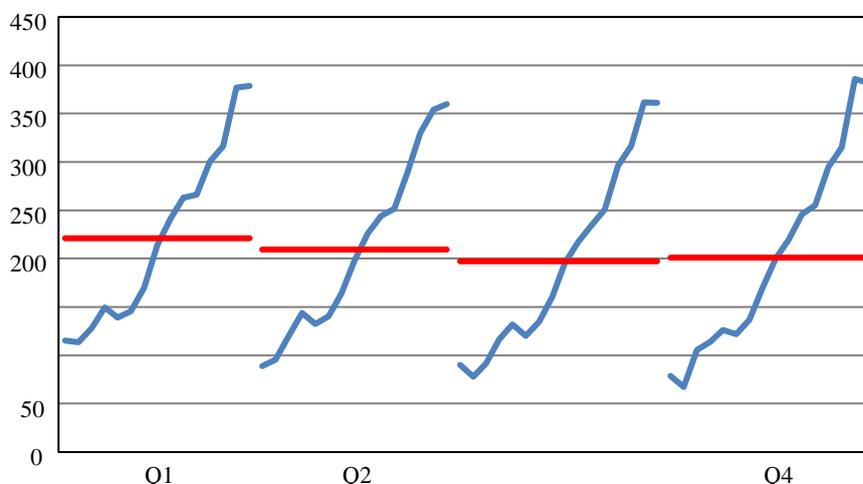


Рис. 2. Сезонно-упорядоченный график

Если рассмотреть результаты графического анализа в совокупности, то вопрос о наличии сезонного паттерна в данных остается открытым. Такие противоречия вынуждают использовать как сезонные и несезонные модели в целях



прогнозирования динамики ряда: модель с фиктивными сезонными переменными и трендом, модель с гармоническими сезонными переменными, модель экспоненциального сглаживания (модели Хольта-Уинтерса и Тейла-Вейджа), ARIMA и SARIMA модели.

Таблица 1

Сравнение моделей классов ARIMA / SARIMA

Тест Вальда (<i>p</i> – value)	30,20 (0,0000)	62,44 (0,0000)	91,93 (0,0000)	74,28 (0,0000)	52,89 (0,0000)
Все компоненты значимы?	Нет	Да	Да	Нет	Да
Информационные критерии	<i>AIC</i> : 528,8 <i>BIC</i> :537,3 <i>HQIC</i> : 535,6	<i>AIC</i> : 505,3 <i>BIC</i> :513,7 <i>HQIC</i> : 509,8	<i>AIC</i> : 459,3 <i>BIC</i> : 465,5 <i>HQIC</i> : 463,2	<i>AIC</i> : 461,7 <i>BIC</i> :468,8 <i>HQIC</i> : 467,1	<i>AIC</i> : 459,3 <i>BIC</i> :467,5 <i>HQIC</i> :464,1,
Тесты на нормальное распределение остатков	<i>p_{JB}</i> : 0,0185 <i>p_{SW}</i> : 0,0039 <i>p_{SF}</i> : 0,0055	<i>p_{JB}</i> : 0,0611 <i>p_{SW}</i> : 0,1028 <i>p_{SF}</i> : 0,0375	<i>p_{JB}</i> : 0,2606 <i>p_{SW}</i> : 0,3112 <i>p_{SF}</i> : 0,1930	<i>p_{JB}</i> : 0,6109 <i>p_{SW}</i> : 0,6466 <i>p_{SF}</i> : 0,4763	<i>p_{JB}</i> : 0,1378 <i>p_{SW}</i> : 0,1880 <i>p_{SF}</i> : 0,1109
Тест на автокорреляцию остатков	<i>p_{LB}</i> :0,0000	<i>p_{LB}</i> :0,6638	<i>p_{LB}</i> :0,3844	<i>p_{LB}</i> :0,0377	<i>p_{LB}</i> :0,5675
Ошибки модели	<i>RMSE</i> : 11,4 <i>MAPE</i> : 8,46%	<i>RMSE</i> : 13,9 <i>MAPE</i> : 6,18%	<i>RMSE</i> : 12,0 <i>MAPE</i> : 4,76%	<i>RMSE</i> : 12,1 <i>MAPE</i> : 5,01%	<i>RMSE</i> : 12,6 <i>MAPE</i> : 4,77%

Оптимальной моделью класса ARIMA / SARIMA среди рассмотренных в рамках данной работы будем считать модель SARIMA(1, 1, 0)(1, 1, 0). Оценки всех компонентов модели оказались значимы, как и модель в целом, информационные критерии принимают наименьшие значения, остатки неавтокоррелированы и нормально распределены. Средняя абсолютная процентная ошибка всех представленных моделей свидетельствует о хорошей прогностической способности, однако, учитывая единицы измерения, отклонение в абсолютном значении может задавать широкий доверительный интервал. Также согласно результатам моделирования можно утверждать, что наличие сезонной компоненты существенно улучшает оценки².

² Нерадовская П. В. Страховой рынок: некоторые характеристики экстенсивного и интенсивного развития С. 142–153.



**Оценки моделей временных рядов для прогнозирования
суммы собранных страховых премий в России**

Модель	Оценка
Модель с сезонными переменными и линейным трендом	$\hat{y}_t = 42,92^{***} + 5,11^{***}t + 25,02^{***}d_1 + 7,97d_2 + 1,18d_3$
Модель с гармоническими сезонными переменными и линейным трендом	$\hat{y}_t = 50,93^{***} + 5,12^{***}t - 12,78^{***} \sin_1 + 5,33 \cos_1 + 0,57 \sin_2 - 1,77 \cos_2,$ где $\sin_1 = \sin \frac{\pi t}{6}, \cos_1 = \cos \frac{\pi t}{6},$ $\sin_2 = \sin \frac{\pi t}{3} \text{ и } \cos_2 = \cos \frac{\pi t}{3}$
Модель Хольта-Уинтерса	$\hat{\alpha} = 0,4504$ $\hat{\beta} = 0,0342$ $\hat{\gamma} = 0,6469$
Модель Тейла-Вейджа	$\hat{\alpha} = 0,6086$ $\hat{\beta} = 0,0414$ $\hat{\gamma} = 0,2957$
SARIMA(1,1,0)(1,1,0) ₄	$(1 + 0,197 * L + 0,655^{***} L^4) \Delta \Delta_4 y_t = 0,462^{***} + t$

* – переменная статистически значима на уровне значимости $\alpha = 0,05$

*** – переменная статистически значима на уровне значимости $\alpha = 0,001$

Для сравнения моделей разных классов между собой применяется тот же подход, как и при сравнении моделей ARIMA / SARIMA. Как и ожидалось, простые модели, включающие в себя несколько сезонных переменных и линейный тренд, показывают результаты хуже по сравнению с адаптивными и SARIMA-моделями. Ограничение средней абсолютной процентной ошибки выделенных моделей числом в 5,5% означает их хорошую прогностическую способность.

Для построения эконометрической модели была составлена информационная база данных по данным агрегированных поступлений в страховые организации в регионах Российской Федерации за 16 лет. В качестве контрольных независимых переменных, которые потенциально имеет большую объясняющую способность для суммы собранных страховых премий, были отобраны следующие показатели³:

Profit – лагированное значение разности совокупных поступлений и выплат по договорам страхования в регионе (в тыс. руб.)

- GRP – скорректированный валовой региональный продукт (в млн. руб.).
- Min – прожиточный минимум, установленный в регионе (руб.).

³ Дуброва Т. А. Сравнительный статистический анализ состояния рынка страховых услуг в регионах РФ. С. 22–25.

- Inc – скорректированные среднедушевые денежные доходы (руб.)
- Poor – доля населения с среднемесячными денежными доходами ниже уровня прожиточного минимума, установленного в регионе (в %).

Таблица 2

Оценка модели с поправками Дрисколла-Краая

Переменная	Оценка коэффициента	Стандартная ошибка	t-статистика	p-value
Profit	1,512	0,0232	65,10	0,000
GRP	0,008	0,0005	15,40	0,000
Min	0,157	0,0608	2,59	0,010
Poor	-92,321	42,2892	-2,18	0,029

Новая модель с поправками на слабые стороны предыдущей имеет вид:

$$Y_{it} = \alpha_i + 1,512 * Profit_{it} + 0,008 * GRP_{it} + 0,157 * Min_{it} + 4,683 * LivSpit - 92,321 * Poor_{it}$$

Ключевую объясняющую способность для суммы собранных страховых премий имеют следующие переменные: скорректированный валовой региональный продукт, прожиточный минимум, общая введенная в эксплуатацию жилая площадь и доля населения с доходами ниже прожиточного минимума; значение коэффициентов по знаку совпали с предположениями. Отметим незначимость временных эффектов в модели: если бы некоторые из них (например, *d2009*) имели статистическую значимость можно было предположить введение бинарных переменных для упрощения модели, при этом такое действие имело бы содержательную трактовку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт ЦБ РФ. [Электронный ресурс]. URL: https://cbr.ru/insurance/reporting_stat/ (дата обращения: 28.09.2023).
2. Нерадовская П. В. Страховой рынок: некоторые характеристики экстенсивного и интенсивного развития // *Страхование*. № 2. С. 142-153.
3. Голышева Е. Е. Факторы развития страхового рынка: региональный аспект // *Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение*. 2016. № 1 (45). С. 16-21.
4. Дуброва Т. А. Сравнительный статистический анализ состояния рынка страховых услуг в регионах РФ. 2009. № 21 (144). С. 22-25.
5. Barro R. J., Xavier S. M. "Convergence" // *Journal of Political Economy*. 1992. Vol. 100 (2). P. 223-251.
6. Федеральный закон «Об организации страхового дела в РФ» № 4015-1 от 27 ноября 1992 г. (с изменениями и дополнениями), ст. 8.1. // *Справочно-правовая система «Консультант Плюс»*. [Электронный ресурс]. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=148321> (дата обращения: 22.07.13).



СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

<i>Абрамов А. Л., Горик Ю. Р., Строганов П. А.</i> Исследование графовых моделей городов с применением систем прикладного искусственного интеллекта	3
<i>Абрамов А. Л., Пугач П. А., Тынченко В. С.</i> Использование прикладного искусственного интеллекта для поиска K кратчайших путей в городе.....	8
<i>Алибалаева Л. И., Савинова В. М, Субботина А. Д., Османова Ф. И.</i> Модель профилирования пациентов как способ повышения эффективности маркетинговой стратегии медицинской организации на примере стоматологической клиники.....	14
<i>Бакуменко Л. П., Федорова А. А.</i> Модель системной динамики распространения коронавирусной инфекции в РМЭ.....	19
<i>Борисова Ю. С.</i> Поиск эффективного алгоритма кластеризации для диагностики протоковой аденокарциномы поджелудочной железы на ранних стадиях	24
<i>Выгодчикова И. Ю., Трофименко А. В.</i> Модель инвестирования на основе показателей структуры капитала компаний	28
<i>Выгодчикова И. Ю.</i> Алгоритм оценки нагрузки интернет-соединения на основе задачи аппроксимации сегментной функции алгебраическим полиномом фиксированной степени.....	33
<i>Даммер Д. Д.</i> Исследование числа страховых выплат в компании с произвольно распределенной продолжительностью договора.....	39
<i>Ермакова А. Ю., Лось А. Б.</i> Разработка программного средства прогнозирования инцидентов информационной безопасности.....	44
<i>Зенкова Ж. Н.</i> Моделирование взаимосвязей долей участников единого государственного экзамена по профильной математике и его репетиций в зависимости от количества правильных ответов.....	53
<i>Каваленя Л. Н.</i> Применение устойчивых распределений Леви и генетических алгоритмов для оптимизации портфеля ценных бумаг.. ..	58
<i>Концевая Н. В.</i> Многофакторная модель индекса ВВП с нелинейно распределенными лагами.....	72
<i>Кощев Д. А., Гарафутдинов Р. В.</i> Разработка программы-индикатора негативных эффектов интеракции социально-экономической среды региона и промышленного кластера на языке Python.....	78

<i>Лебедева А. В., Алексеева И. Е., Алексеев А. О.</i> Риски девелопмента жилой недвижимости с учетом неверно идентифицированных потребительских предпочтений.....	83
<i>Малахова В. В., Малахов О. В.</i> Использование алгоритмов искусственного интеллекта для анализа неструктурированных статистических данных	88
<i>Малый В. В., Малый Д. В., Щелоков В. С.</i> Математическое моделирование логистических рисков в глобальных логистических системах.....	94
<i>Малюгин В. И.</i> Краткосрочное прогнозирование инфляции в белорусской экономике на основе моделей смешанной частоты.....	99
<i>Мелкумян А. А., Балаши О. С.</i> Сравнение методов агрегирования прогнозов динамики кредитов юридических лиц.....	107
<i>Мельничук Д. В., Пантелеев Д. С., Андрейченко Д. К.</i> Сравнение асимптотики и затрат по памяти у алгоритмов при решении задач поиска циклов в сильно связанных орграфах.....	113
<i>Неклюдова Н. А.</i> Оценка параметров функции волатильности биржевого индекса.....	118
<i>Родичкин П. А., Соловьев В. М.</i> Применение микросервисной архитектуры в управлении рисками.....	122
<i>Селютин А. Д., Кушников В. А.</i> Роль анализа качества ERP-систем в управлении рисками в финансовой сфере.....	126
<i>Силантьева И. А.</i> Исследование равновесных траекторий динамической модели рынка труда с производственной функцией неограниченного роста	131
<i>Солиев Ю. С.</i> О лакунарных квадратурных формулах для сингулярного интеграла с ядром Гильберта.....	136
<i>Сорокин А. С.</i> Модель кредитного риска на основе логистической регрессии с изменяющимися во времени параметрами.....	141
<i>Степанова О. М., Степанов А. М., Степанов М. Ф.</i> Особенности построения интеллектуальных систем поддержки принятия проектных решений систем управления в условиях неопределенности.....	147
<i>Столяров А. Д., Гордеев В. В., Абрамов В. И.</i> Методика поиска многокритериальных управленческих решений с использованием нелинейных экономических математических моделей.....	153
<i>Тахиров Ж. О., Мухторов И. М., Саидов А. А.</i> Модель данных грузовой таможенной декларации для принятия решений по управлению таможенными рисками	159
<i>Трибис И. А., Володин М. С.</i> Имитационная модель дорожного движения на перекрестке.....	163

<i>Туркин А. А., Волкова А. С., Коробов Е. А.</i> Влияние инвестиционной политики фирмы на выручку на примере компании Yandex N. V.....	168
<i>Файзлиев А. Р., Балаш В. А.</i> Устойчивость методов оценки переливов волатильности.....	174
<i>Фоминых Д. С., Кушников В. А., Богомолов А. С.</i> Применение нейросетевого моделирования при управлении роботизированными технологическими комплексами в условиях риска возникновения аварийных ситуаций	179
<i>Харламов А. В.</i> О прогнозировании качества оперативного лечения.....	184

Раздел 2 ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ

<i>Анидалова Е. А., Терекалиева А. А.</i> Некоторые аспекты применения модели межотраслевого баланса в условиях санкционного давления и реализации программы импортозамещения.....	189
<i>Бабаханова А. М., Майсин Н. А.</i> Особенности современной денежно-кредитной политики Центрального банка России.....	195
<i>Безруков А. И., Гусятников В. Н., Вагарина Н. С.</i> Тестовая оболочка, реализующая современные методы тестирования в системе MOODLE.. ..	200
<i>Бобылев Д. Ю.</i> Создание торгового робота на основе технического анализа	205
<i>Волкова Ю. С.</i> Экономическая эффективность цифровой трансформации нефтегазовой отрасли.....	210
<i>Величко А. С., Бухтояров В. В.</i> Финансовая оптимизация налоговых вычетов.....	217
<i>Гамидов Р. А.</i> Применимость иранского сценария к развитию российского фондового рынка.....	222
<i>Григорьева Д. В., Коробов Е. А.</i> Система управления акционерным капиталом в некоторых российских компаниях.....	230
<i>Ефимова И. А., Хафизова В. В.</i> Инвестиционный климат в России.....	237
<i>Жадан И. Э., Мамаева Л. Н.</i> Угрозы и риски в системе высшего образования.....	240
<i>Ильина Л. В., Копченко Ю. Е., Кукляева О. А.</i> Консолидация в банковском секторе России: характеристика факторов риска.....	245
<i>Каширцева А. П.</i> Учет затрат на проектно-изыскательские работы горнодобывающих предприятий.....	250
<i>Коновалова Т. Л.</i> Факторы возникновения внешнеторговых рисков.....	255
<i>Коновалова Т. Л.</i> Страновой риск и методы его оценки.....	261

<i>Коробов А. А.</i> Логистические риски экспорта аффинированного золота: актуальные аспекты управления.....	268
<i>Коротковская Е. В.</i> Распределение и нейтрализация рисков в рамках государственно-частного партнерства в сфере физической культуры и спорта.....	276
<i>Максимов В. А.</i> Глобальная экономическая безопасность: экономико-экологические вызовы и риски в обеспечении минеральных ресурсов в мире и России.....	281
<i>Межонов А. Д., Нарватов В. В.</i> Ценные бумаги, выпущенные на токенах в России.....	288
<i>Орлова Е. В.</i> Архитектура системной модели оценки цифровой зрелости промышленного предприятия.....	294
<i>Русина А. А., Корнеева В. Д.</i> Основные направления финансового рынка Российской Федерации в период санкций.....	299
<i>Таджибаев З. М.</i> Агрострахование в республике Узбекистан: состояние и перспективы развития.....	303
<i>Трошин К. А., Якунин С. В.</i> Использование цифровых инструментов диагностики финансовых трудностей компаний.....	310
<i>Фенин К. В., Мусаева Д. Н.</i> Проблема измерения предпринимательской активности в современной российской экономике на субнациональном уровне.....	315
<i>Черникова А. В.</i> Использование систем искусственного интеллекта в процедуре скоринга кредитными организациями.....	323
<i>Черемных В. Ю.</i> Методологические основы оценки уровня экономической безопасности в сфере совершенствования правопорядка и правового регулирования.....	329
<i>Январёва А. А., Голубева С. С.</i> Экономические риски в сфере жилищно-коммунального хозяйства: проблемы и перспективы.....	335
<i>Калайда С. А., Чернова Г. В.</i> Актуальные требования к оценке платежеспособности российских страховщиков.....	341
<i>Саломатин А. В.</i> Факторы развития российского страхового рынка.....	347

Научное издание

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭКОНОМИКЕ,
СТРАХОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ**

Сборник статей

Выпуск 8

Материалы XII Международной научно-практической конференции
Саратов, 16–18 ноября 2023 г.

При оформлении обложки была использована
фотография с сайта unsplash.com

Ответственный за выпуск: *Е. А. Коробов*
Компьютерная верстка и подготовка оригинал-макета: *Е. А. Коробов*

Подписано к использованию 01.12.2023. Размещено на сайте 28.12.2023.
Формат 60x84 ¹/₁₆. Усл. печ. л. 20,69 (22,25). Объем данных 8 Мб. Заказ 22-у.

Управление по издательской деятельности Саратовского университета
410012, Саратов, Астраханская, 83
<https://www.sgu.ru/structure/uprid>

