

БИЗНЕС- ИНФОРМАТИКА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ НИУ ВШЭ

СОДЕРЖАНИЕ

*Р.А. Жуков, Н.А. Козлова, Е.В. Манохин,
М.А. Плинская*

Построение агрегированной
производственной функции
с реализацией на примере регионов
Центрального федерального округа7

М.Г. Мальцев, С.И. Баглюк, И.М. Солнцева

Метод оценивания рыночной стоимости
арт-объекта на основе интерполяционной
модели.....24

М.А. Мызникова

Качество стратегического управления
в условиях неопределенности:
оценка в контексте устойчивого развития36

*А.М. Гинцяк, М.В. Болсуновская,
Ж.В. Бурлуцкая, А.А. Петряева*

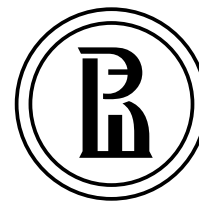
Укрупненная имитационная модель
динамики туристической отрасли53

T. Wijaya

Perceived values and purchase behavior
of online game attribute products:
Gender overview68

В.М. Краев, И.С. Масич, А.И. Тихонов

Метод выявления конфликтных отношений
между субъектами бизнес-процессов
на основе парных корреляций
взаимных оценок.....85



Издатель:
Национальный
исследовательский университет
«Высшая школа экономики»

Подписной индекс
Объединенного каталога
«Пресса России» – E79128

Выпускается ежеквартально

Журнал включен в Перечень
российских рецензируемых
научных журналов,
в которых должны быть
опубликованы основные научные
результаты диссертаций
на соискание ученых степеней
доктора и кандидата наук

Главный редактор
Е.П. Зараменских

Заместитель главного редактора
Э.А. Бабкин

Компьютерная верстка
О.А. Богданович

Администратор веб-сайта
И.И. Хрусталева

Адрес редакции:
119049, г. Москва,
ул. Шаболовка, д. 26-28
Тел./факс: +7 (495) 772-9590 *28509
<http://bijournal.hse.ru>
E-mail: bijournal@hse.ru

За точность приведенных сведений
и содержание данных,
не подлежащих открытой публикации,
несут ответственность авторы

**При перепечатке ссылка на журнал
«Бизнес-информатика» обязательна**

Тираж:
русскоязычная версия – 100 экз.,
англоязычная версия – 100 экз.,
онлайн-версии на русском и английском –
свободный доступ

Отпечатано в типографии НИУ ВШЭ
г. Москва, Измайловское шоссе, д. 44, стр. 2

© Национальный
исследовательский университет
«Высшая школа экономики»

«**Б**изнес-информатика» — рецензируемый междисциплинарный научный журнал, выпускаемый с 2007 года Национальным исследовательским университетом «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ). Администрирование журнала осуществляется Высшей школой бизнеса НИУ ВШЭ. Журнал выпускается ежеквартально.

Миссия журнала — развитие бизнес-информатики как новой области информационных технологий и менеджмента. Журнал осуществляет распространение последних разработок технологического и методологического характера, способствует развитию соответствующих компетенций, а также обеспечивает возможности для дискуссий в области применения современных информационно-технологических решений в бизнесе, менеджменте и экономике.

Журнал публикует статьи по следующей тематике: моделирование социальных и экономических систем, цифровая трансформация бизнеса, управление инновациями, информационные системы и цифровые технологии в бизнесе, анализ данных и системы бизнес-интеллекта, математические методы и алгоритмы бизнес-информатики, моделирование и анализ бизнес-процессов, поддержка принятия управленческих решений.

В соответствии с решением президиума Высшей аттестационной комиссии Российской Федерации журнал включен в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты дис-

сертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук. Журнал «Бизнес-информатика» включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук (Перечень ВАК) по следующим научным специальностям и соответствующим отраслям науки: 2.3.4 — Управление в организационных системах (технические науки); 2.3.5 — Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей (технические науки); 1.2.2 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки); 05.25.05 — Информационные системы и процессы (технические науки); 08.00.05 — Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки); 08.00.13 — Математические и инструментальные методы экономики (экономические науки).

Журнал входит в базы Scopus, Web of Science Emerging Sources Citation Index (WoS ESCI), Russian Science Citation Index на платформе Web of Science (RSCI), EBSCO.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор), свидетельство ПИ № ФС77-66609 от 08 августа 2016 г.

Международный стандартный серийный номер (ISSN): 1998-0663 (на русском), 2587-814X (на английском).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Зараменских Евгений Петрович

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», Москва, Россия

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Бабкин Эдуард Александрович

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», Нижний Новгород, Россия

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

Абдульраб Абиб

Национальный институт прикладных наук, Руан, Франция

Авдошин Сергей Михайлович

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», Москва, Россия

Акопов Андриан Сумбатович

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», Москва, Россия

Алескерев Фуад Тагиевич

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», Москва, Россия

Афанасьев Александр Петрович

Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН,
Москва, Россия

Афанасьев Антон Александрович

Центральный экономико-математический институт РАН,
Москва, Россия

Баладин Сергей Игоревич

Ассоциация FRUCT, Хельсинки, Финляндия

Баранов Александр Павлович

Главный научно-исследовательский вычислительный центр
Федеральной налоговой службы, Москва, Россия

Барахнин Владимир Борисович

Федеральный исследовательский центр информационных
и вычислительных технологий, Новосибирск, Россия

Беккер Йорг

Университет Мюнстера, Мюнстер, Германия

Белов Владимир Викторович

Рязанский государственный радиотехнический университет,
Рязань, Россия

Вестнер Маркус

Регенбургский университет прикладных наук,
Регенбург, Германия

Гаврилова Татьяна Альбертовна

Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург, Россия

Глотен Эрве

Тулонский университет, Ла-Гард, Франция

Голосов Алексей Олегович

Компания «ФОРС – Центр разработки», Москва, Россия

Грибов Андрей Юрьевич

Компания «КиберПлат», Москва, Россия

Громов Александр Игоревич

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», Москва, Россия

Гурвич Владимир Александрович

Раттерский университет (Университет Нью-Джерси),
Раттерс, США

Демидова Лилия Анатольевна

Рязанский государственный радиотехнический университет,
Рязань, Россия

Джейкобс Лоренц

Университет Цюриха, Цюрих, Швейцария

Дискин Иосиф Евгеньевич

Всероссийский центр изучения общественного мнения,
Москва, Россия

Ефимушкин Владимир Александрович

Центральный научно-исследовательский институт связи,
Москва, Россия

Зандкуль Курт

Университет Росток, Росток, Германия

Иванников Александр Дмитриевич

Институт проблем проектирования в микроэлектронике РАН,
Москва, Россия

Ильин Николай Иванович

Федеральная служба охраны Российской Федерации, Москва, Россия

Исаев Дмитрий Валентинович

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», Москва, Россия

Калягин Валерий Александрович

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», Нижний Новгород, Россия

Кравченко Татьяна Константиновна

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», Москва, Россия

Кузнецов Сергей Олегович

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», Москва, Россия

Лугачев Михаил Иванович

Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Лин Квей-Жей

Технологический институт Нагои, Нагоя, Япония

Мальцева Светлана Валентиновна

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», Москва, Россия

Мейер Питер

Комиссия ООН по науке и технологиям, Женева, Швейцария

Миркин Борис Григорьевич

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», Москва, Россия

Назаров Дмитрий Михайлович

Уральский государственный экономический университет,
Екатеринбург, Россия

Пальчунов Дмитрий Евгеньевич

Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

Пардалос Панайот (Панос)

Университет Флориды, Гейнсвилл, США

Пастор Оскар

Политехнический университет Валенсии, Валенсия, Испания

Посегга Йохим

Университет Пассау, Пассау, Германия

Самуйлов Константин Евгеньевич

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Сюняев Али Рашидович

Технологический институт Карлсруэ, Карлсруэ, Германия

Таратухин Виктор Владимирович

Университет Мюнстера, Мюнстер, Германия

Триболе Жозе

Университет Лиссабона, Лиссабон, Португалия

Ульянов Михаил Васильевич

Институт проблем управления им В.А. Трапезникова РАН,
Москва, Россия

Ускенбаева Раиса Кабиевна

Международный университет информационных технологий,
Алматы, Казахстан

Цуканова Ольга Анатольевна

Санкт-Петербургский национальный исследовательский
университет информационных технологий, механики и оптики,
Санкт-Петербург, Россия

Чхартишвили Александр Гедеванович

Институт проблем управления им В.А. Трапезникова РАН,
Москва, Россия

Штраус Кристина

Университет Вены, Вена, Австрия

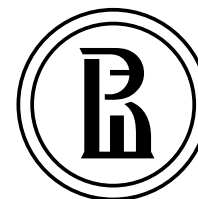
ISSN 1998-0663 (print), ISSN 2587-8166 (online)

English version: ISSN 2587-814X (print), ISSN 2587-8158 (online)

Vol. 16 No. 3 – 2022

BUSINESS INFORMATICS

HSE SCIENTIFIC JOURNAL



Publisher:

National Research University
Higher School of Economics

The journal is published quarterly

The journal is included
into the list of peer reviewed
scientific editions established
by the Supreme Certification
Commission of the Russian Federation

CONTENTS

*R.A. Zhukov, N.A. Kozlova, E.V. Manokhin,
M.A. Plinskaya*

Construction of an aggregated production
function with implementation based
on the example of the regions of the Central
Federal District of the Russian Federation.....7

M.G. Maltsev, S.I. Baglyuk, I.M. Solntseva

Method of estimating the market cost
of art objects based on the interpolation model24

M.A. Myznikova

Quality of strategic management under
ambiguity: Assessment within the framework
of sustainable development36

*A.M. Gintciak, M.V. Bolsunovskaya,
Zh.V. Burlutskaya, A.A. Petryaeva*

High-level simulation model
of tourism industry dynamics53

T. Wijaya

Perceived values and purchase behavior
of online game attribute products:
Gender overview68

V.M. Kraev, I.S. Masich, A.I. Tikhonov

A method for identifying conflict relations
between business process subjects based
on paired correlations of mutual assessments.....85

Editor-in-Chief

E. Zaramenskikh

Deputy Editor-in-Chief

E. Babkin

Computer Making-up:

O. Bogdanovich

Website Administration:

I. Khrustaleva

Address:

26-28, build. 4, Shablovka Street
Moscow 119049, Russia

Tel./fax: +7 (495) 772-9590 *28509

<http://bijournal.hse.ru>

E-mail: bijournal@hse.ru

Circulation:

English version – 100 copies,

Russian version – 100 copies,

online versions in English and Russian –
open access

Printed in HSE Printing House

44, build. 2, Izmaylovskoye Shosse,
Moscow, Russia

© National Research University
Higher School of Economics

ABOUT THE JOURNAL

Business Informatics is a peer reviewed interdisciplinary academic journal published since 2007 by National Research University Higher School of Economics (HSE), Moscow, Russian Federation. The journal is administered by HSE Graduate School of Business. The journal is published quarterly.

The mission of the journal is to develop business informatics as a new field within both information technologies and management. It provides dissemination of latest technical and methodological developments, promotes new competences and provides a framework for discussion in the field of application of modern IT solutions in business, management and economics.

The journal publishes papers in the areas of, but not limited to: modeling of social and economic systems, digital transformation of business, innovation management, information systems and technologies in business, data analysis and business intelligence systems, mathematical methods and algorithms of business informatics, business processes modeling and analysis, decision support in management.

The journal is included into the list of peer reviewed scientific editions established by the Supreme Certification Commission of the Russian Federation.

The journal is included into Scopus, Web of Science Emerging Sources Citation Index (WoS ESCI), Russian Science Citation Index on the Web of Science platform (RSCI), EBSCO.

International Standard Serial Number (ISSN): 2587-814X (in English), 1998-0663 (in Russian).

EDITORIAL BOARD

EDITOR-IN-CHIEF

Evgeny P. Zaramenskikh

National Research University Higher School of Economics,
Moscow, Russia

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

Eduard A. Babkin

National Research University Higher School of Economics,
Nizhny Novgorod, Russia

EDITORIAL BOARD

Habib Abdulrab

National Institute of Applied Sciences, Rouen, France

Sergey M. Avdoshin

National Research University Higher School of Economics,
Moscow, Russia

Andranik S. Akopov

National Research University Higher School of Economics,
Moscow, Russia

Fuad T. Aleskerov

National Research University Higher School of Economics,
Moscow, Russia

Alexander P. Afanasyev

Institute for Information Transmission Problems (Kharkevich
Institute), Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Anton A. Afanasyev

Central Economics and Mathematics Institute, Russian Academy
of Sciences, Moscow, Russia

Sergey I. Balandin

Finnish-Russian University Cooperation in Telecommunications
(FRUCT), Helsinki, Finland

Vladimir B. Barakhnin

Federal Research Center of Information and Computational
Technologies, Novosibirsk, Russia

Alexander P. Baranov

Federal Tax Service, Moscow, Russia

Jorg Becker

University of Munster, Munster, Germany

Vladimir V. Belov

Ryazan State Radio Engineering University, Ryazan, Russia

Alexander G. Chkhartishvili

V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences, Russian Academy
of Sciences, Moscow, Russia

Vladimir A. Efimushkin

Central Research Institute of Communications, Moscow, Russia

Tatiana A. Gavrilova

Saint-Petersburg University, St. Petersburg, Russia

Hervé Glotin

University of Toulon, La Garde, France

Alexey O. Golosov

FORS Development Center, Moscow, Russia

Andrey Yu. Gribov

CyberPlat Company, Moscow, Russia

Alexander I. Gromoff

National Research University Higher School of Economics,
Moscow, Russia

Vladimir A. Gurvich

Rutgers, The State University of New Jersey, Rutgers, USA

Laurence Jacobs

University of Zurich, Zurich, Switzerland

Liliya A. Demidova

Ryazan State Radio Engineering University, Ryazan, Russia

Iosif E. Diskin

Russian Public Opinion Research Center, Moscow, Russia

Nikolay I. Ilyin

Federal Security Guard of the Russian Federation,
Moscow, Russia

Dmitry V. Isaev

National Research University Higher School of Economics,
Moscow, Russia

Alexander D. Ivannikov

Institute for Design Problems in Microelectronics, Russian Academy
of Sciences, Moscow, Russia

Valery A. Kalyagin

National Research University Higher School of Economics,
Nizhny Novgorod, Russia

Tatiana K. Kravchenko

National Research University Higher School of Economics,
Moscow, Russia

Sergei O. Kuznetsov

National Research University Higher School of Economics,
Moscow, Russia

Kwei-Jay Lin

Nagoya Institute of Technology, Nagoya, Japan

Mikhail I. Lugachev

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Svetlana V. Maltseva

National Research University Higher School of Economics,
Moscow, Russia

Peter Major

UN Commission on Science and Technology for Development,
Geneva, Switzerland

Boris G. Mirkin

National Research University Higher School of Economics,
Moscow, Russia

Dmitry M. Nazarov

Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia

Dmitry E. Palchunov

Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

Panagote (Panos) M. Pardalos

University of Florida, Gainesville, USA

Óscar Pastor

Polytechnic University of Valencia, Valencia, Spain

Joachim Posegga

University of Passau, Passau, Germany

Konstantin E. Samouylov

Peoples' Friendship University, Moscow, Russia

Kurt Sandkuhl

University of Rostock, Rostock, Germany

Christine Strauss

University of Vienna, Vienna, Austria

Ali R. Sunyaev

Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Germany

Victor V. Taratukhin

University of Munster, Munster, Germany

José M. Tribolet

Universidade de Lisboa, Lisbon, Portugal

Olga A. Tsukanova

Saint-Petersburg National Research University of Information
Technologies, Mechanics and Optics, St. Petersburg, Russia

Mikhail V. Ulyanov

V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences, Russian Academy
of Sciences, Moscow, Russia

Raissa K. Uskenbayeva

International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan

Markus Westner

Regensburg University of Applied Sciences, Regensburg, Germany

[DOI: 10.17323/2587-814X.2022.3.7.23](https://doi.org/10.17323/2587-814X.2022.3.7.23)

Построение агрегированной производственной функции с реализацией на примере регионов Центрального федерального округа*

Р.А. Жуков 

E-mail: pluszh@mail.ru

Н.А. Козлова 

E-mail: 95kno@mail.ru

Е.В. Манохин 

E-mail: emanfinun@gmail.com

М.А. Плинская 

E-mail: maria.plinskaya@gmail.com

Финансовый университет при Правительстве РФ, Тульский филиал

Адрес: Россия, 300012, г. Тула, ул. Оружейная, д. 1-а

Аннотация

На базе разработанного метода оценки параметров агрегированной производственной функции, используемой для расчета динамических нормативов и построения интегральных показателей результативности функционирования социально-экономических систем, рассмотрен трехмерный случай. Агрегированная производственная функция определяется квадратичной сверткой производственных функций результатов функционирования элементов подсистемы и их корреляционной матрицы. Параметры агрегированной производственной функции определяются из решения задачи максимизации функции правдоподобия случайной величины — агрегированных по аналогичному правилу остатков производственных функций. На примере проектной подсистемы в рамках пространственно-временной классификации социально-экономических систем Г.Б. Клейнера получены скорректированные значения параметров функции, включающей степенные мультипликативные модели связи объема валового регионального продукта для разделов F (строительство), G (оптовая и розничная торговля), K (финансовая деятельность) по ОКВЭД 2 и стоимостью основных производственных фондов (всего для раздела K, для разделов F и G), среднегодовой численностью занятых (для разделов F и G) и среднегодовой численностью населения (для раздела K), построенные по данным за 2015–2020 годы (разделы G, K) и 2018–2020 годы (раздел F) для областей Центрального федерального округа. В качестве инструментальных средств были использованы программный комплекс «ЭФРА» и программный проект на языке Python. Полученные результаты могут быть использованы региональными органами управления при оценке результатов функционирования областей и формировании соответствующих нормативов в краткосрочном периоде.

* Статья опубликована при поддержке Программы НИУ ВШЭ «Университетское партнерство»

Ключевые слова: социально-экономическая система, плотность распределения вероятностей, агрегированная производственная функция, модель, интегральная оценка

Цитирование: Жуков Р.А., Козлова Н.А., Манохин Е.В., Плинская М.А. Построение агрегированной производственной функции с реализацией на примере регионов Центрального федерального округа // Бизнес-информатика. 2022. Т. 16. № 3. С. 7–23. DOI: 10.17323/2587-814X.2022.3.7.23

Введение

При оценке результатов функционирования региональных социально-экономических систем (РСЭС) используют как частные, так и интегральные индикаторы, последние из которых сводятся к агрегированию результативных признаков элементов СЭС, в том числе в задачах выявления значимых факторов, моделирования и прогнозирования социально-экономических процессов [1, 2] в контексте устойчивого, сбалансированного развития [3]. В большинстве случаев агрегирование осуществляется в форме средних и средневзвешенных различных типов [4–7], либо с использованием общепризнанных (анализ среды функционирования [8, 9], компонентный анализ [10, 11]) и специальных алгоритмов построения интегральных показателей [12, 13] с анализом корректности их построения [14]. В качестве частных индикаторов оценки функционирования РСЭС, входящих в состав интегрального показателя, чаще всего используют объем валового регионального продукта по соответствующим видам экономической деятельности в рамках секторальной [15] или пространственно-временной [16] классификаций социально-экономических подсистем для оценки сбалансированности функционирования регионов — субъектов РФ. Согласно пространственно-временной классификации Г.Б. Клейнера СЭС включает подсистемы четырех типов: объект (ограничена в пространстве, не ограничена во времени), среда (не ограничена ни в пространстве, ни во времени), процесс (не ограничена в пространстве, ограничена во времени), проект (ограничена в пространстве и во времени). Региональную проектную подсистему можно представить в виде трех элементов, каждый из которых есть совокупность экономических единиц — институциональных единиц — резидентов региона (в терминологии системы национальных счетов), вносящих вклад в объем валового регионального продукта (ВРП) по разделам F (строительство), G (оптовая и розничная торговля), K (финансовая деятельность) в соответствии с общероссийским классификатором видов эконо-

мической деятельности (ОКВЭД). Вторая редакция ОКВЭД 2 используется с 2017 года, ранее применялась ОКВЭД 1.

С целью моделирования и прогнозирования значений частных показателей — результатов функционирования элементов РСЭС — используют модели связи результативных и факторных признаков в виде экономико-статистических моделей — производственных функций (ПФ), устанавливающих зависимость между объемом выпуска и факторами производства, в том числе линейные [17, 18], квадратичные [19], логарифмические [20], транслогарифмические, построенные на базе функции Кобба-Дугласа [21], трансцендентные [22], степенные мультипликативные (наиболее часто встречаются в публикациях), в том числе с учетом инновационной составляющей [23] и др. Выбор функциональной формы моделей чаще всего определяется исследователем на основе проверки набора статистических гипотез. Также можно ввести и дополнительные критерии выбора, связанные, например, с качественным содержанием модели и приоритетами центров управления РСЭС в случае, если модели используются для установки нормативов [24]. Для оценки их параметров традиционно используют обычный (OLS) и обобщенный методы наименьших квадратов (GLS) и метод максимального правдоподобия (MLE).

Для подсистемы СЭС, характеризуемой набором моделей, ее интегральная оценка требует агрегирования соответствующих моделей функционирования элементов, в простейшем случае определяемой их простой или средневзвешенной суммой. Однако, в силу наличия взаимосвязей между элементами, процедура поиска параметров модели, характеризующей результат функционирования подсистемы в целом, — параметров агрегированной производственной функции (АПФ), уже становится неочевидной.

В авторской работе [25] представлен метод оценки параметров АПФ, апробированный на примере двухкомпонентной АПФ. В данной статье мы наце-

лены на применение метода для трехмерного случая, когда агрегированная производственная функция определяется квадратичной сверткой трех производственных функций, каждая из которых характеризует результаты функционирования элемента трехэлементной подсистемы СЭС. На примере оценки результатов функционирования проектных подсистем регионов Центрального федерального округа мы проверяем гипотезу о возможности использования метода для уточнения параметров агрегированной производственной функции на базе программного комплекса «ЭФРА» [26], а также специально разработанного на Python программного проекта.

1. Методология оценки результатов функционирования подсистемы и построения агрегированной производственной функции

Для оценки результатов функционирования подсистемы СЭС предложено использовать интегральный индикатор, обладающий свойствами монотонности, тождественности, соизмеримости, безразмерности и транзитивности, а также учитывающий взаимосвязи между элементами [27]:

$$\xi_{k,s_q}(t) = \frac{\sqrt{\sum_{i_1=1}^I \sum_{i_2=1}^I r_{i_1,i_2,s_q} \cdot y_{i_1,k,s_q}^0(t) \cdot y_{i_2,k,s_q}^0(t)}}{\sqrt{\sum_{i_1=1}^I \sum_{i_2=1}^I \hat{r}_{i_1,i_2,s_q} \cdot \hat{y}_{i_1,k,s_q}^0(t) \cdot \hat{y}_{i_2,k,s_q}^0(t)}}, \quad (1)$$

где r_{i_1,i_2,s_q} , $\hat{r}_{i_1,i_2,s_q}$ – соответствующие значения парного коэффициента корреляции между i_1 -ми y_{i_1,k,s_q}^0 , $\hat{y}_{i_1,k,s_q}^0$ и i_2 -ми y_{i_2,k,s_q}^0 , $\hat{y}_{i_2,k,s_q}^0$ переменными (результативные признаки соответственно фактические и ожидаемые (нормативные), значения последних в период времени t , определяются с помощью производственной функции (ПФ)) ($i_1, i_2 = 1, \dots, I$), I – число результативных признаков подсистемы k типа s_q ; индекс «0» показывает, что значения переменных приведены к шкале от 0 до 1 посредством преобразования стандартизованных (центрированных и нормированных) величин абсолютных значений:

$$(\cdot)^0_{i,k,s_q}(t) = \frac{(\cdot)^*_{i,k,s_q}(t) - \min\{y^*_{i,k,s_q}(t), \hat{y}^*_{i,k,s_q}(t)\}}{\max\{y^*_{i,k,s_q}(t), \hat{y}^*_{i,k,s_q}(t)\} - \min\{y^*_{i,k,s_q}(t), \hat{y}^*_{i,k,s_q}(t)\}}. \quad (2)$$

Здесь $(\cdot) - y_i$, $\hat{y}_i$; «*» – означает, что переменные (будем считать их случайными величинами) центрированы и нормированы:

$$(\cdot)^*_{k,s_q}(t) = \frac{(\cdot)_{k,s_q}(t) - M(y_{s_q})}{\sigma(y_{s_q})}, \quad (3)$$

где $M(y_{s_q})$, $\sigma(y_{s_q})$ – среднее и стандартное отклонение объединенной по k и t выборки.

Если значение показателя больше или равно единице, то функционирование подсистемы можно считать удовлетворительным. Аналогично (1) строятся и частные показатели результативности, определяемые отношением приведенных к шкале от 0 до 1 фактических и нормативных значений (вычисленных по производственной функции (ПФ)) в соответствии с правилами (2) и (3).

Выражение, стоящее в знаменателе (1), есть агрегированная производственная функция (АПФ), образованная квадратичной сверткой производственных функций результативных признаков i_1, i_2 и соответствующей матрицы корреляций.

Связь между значениями результативных признаков и факторами можно представить как [25]:

$$y_{k,i}(t) = f_i(C_{i,j}, x_{k,i,j}(t)) + \varepsilon_{k,i}(t), \quad (4)$$

где k – номер элемента совокупности ($k = 1, \dots, K \in N$);

t – время наблюдения k -того объекта совокупности ($t = 1, \dots, T \in N$);

i – индекс случайной величины ($i = 1, \dots, m \in N$);

$C_{i,j}$ – параметры функции $f_i(\cdot) = \hat{y}_i$;

$\varepsilon_{k,i}$ – значения стохастической случайной составляющей $\varepsilon_i \sim N(0; \sigma_{\varepsilon_i}^2)$:

$$\begin{aligned} f_{P,i}(\varepsilon_i) &= \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \sigma_{\varepsilon,i}^2}} \cdot \exp\left[-\frac{\varepsilon_i^2}{2 \cdot \sigma_{\varepsilon,i}^2}\right] = \\ &= \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \sigma_{y_i}^2}} \cdot \exp\left[-\frac{(y_i - \hat{y}_i)^2}{2 \cdot \sigma_{y_i}^2}\right]. \end{aligned} \quad (5)$$

С целью устранения влияния единиц измерения будем рассматривать стандартизованные случайные величины ε_i^* с совместной плотностью распределения вероятностей:

$$\begin{aligned} f_P(\varepsilon_1^*, \varepsilon_2^*, \dots, \varepsilon_m^*) &= \\ &= \frac{1}{(2 \cdot \pi)^{m/2} \cdot \sqrt{\Delta_r}} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2 \cdot \Delta_r} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m A_{r_{ij}} \cdot \varepsilon_i^* \cdot \varepsilon_j^*\right], \end{aligned} \quad (6)$$

где Δ_r , $A_{r_{ij}}$ – соответственно определитель и алгебраические дополнения корреляционной матрицы $\|r_{ij}\|$, элементами которой являются парные коэффициенты корреляции; $\varepsilon_i^* = (y_i^* - \hat{y}_i^*)^2 / (2 \cdot \sigma_{y_i}^2)$.

Тогда плотность распределения вероятностей случайной величины ε^* – агрегированных случайных величин – будет определяться как:

$$f_p(\varepsilon^*) = \frac{1}{(2 \cdot \pi)^{m/2} \cdot \sqrt{\Delta_r}} \times \times \frac{d}{dy^*} \int \dots \int_D \exp\left[-\frac{1}{2 \cdot \Delta_r} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m A_{ij} \cdot \varepsilon_i^* \cdot \varepsilon_j^*\right] dD, \quad (7)$$

где область интегрирования D зависит от комбинации ε_i^* .

Будем рассматривать D в виде квадратичной свертки в двух вариантах:

$$(y - \bar{y})^2 = \left(\sqrt{\sum_{i_1=1}^m \sum_{i_2=1}^m r_{i_1 i_2} \cdot y_{i_1}^* \cdot y_{i_2}^*} - \sqrt{\sum_{i_1=1}^m \sum_{i_2=1}^m \hat{r}_{i_1 i_2} \cdot \hat{y}_{i_1}^* \cdot \hat{y}_{i_2}^*} \right)^2 \leq (\varepsilon^*)^2, \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m r_{ij} \cdot \varepsilon_i^* \cdot \varepsilon_j^* \leq (\varepsilon^*)^2. \quad (9)$$

Соотношение (8) соответствует разности числителя и знаменателя выражения (1), используемого для расчета интегрального показателя результативности.

Для упрощения вычислений необходимо квадратичную форму привести к каноническому виду посредством вычисления собственных чисел и собственных векторов, либо воспользоваться методом Лагранжа.

Для двумерного случая получено аналитическое выражение плотности распределения вероятностей [25]. Для трехмерного случая выражение плотности может быть представлено в квадратурах в сферической системе координат [28]:

$$f_p(\varepsilon^*) = \frac{1}{(2 \cdot \pi)^{3/2} \cdot \Delta} \cdot \int_0^{2\pi} \int_0^\pi (\varepsilon^*)^2 \cdot \sin \theta \times \times \exp\left[-\frac{1}{2} \cdot (\varepsilon^*)^2 \cdot (c_{11} \cdot \cos^2 \phi \cdot \sin^2 \theta + + c_{22} \cdot \sin^2 \phi \cdot \sin^2 \theta + c_{22} \cdot \cos^2 \theta + + c_{12} \cdot \sin 2\phi \cdot \sin^2 \theta + c_{13} \cdot \cos \phi \cdot \sin 2\theta + + c_{23} \cdot \sin \phi \cdot \sin 2\theta)\right] d\theta d\phi, \quad (10)$$

где $c_{11} = K_{11}$;

$$c_{22} = \frac{1}{K_{33} \cdot \Delta} \cdot (K_{11} \cdot r_{12}^2 + K_{22} - 2 \cdot K_{12} \cdot r_{12});$$

$$c_{33} = \frac{1}{K_{33}} \cdot (r_{12} \cdot K_{23} + r_{13} \cdot K_{33}) \cdot (K_{11} \cdot r_{12} \cdot K_{23} + K_{11} \cdot r_{13} \cdot K_{33} - - 2 \cdot K_{12} \cdot K_{23} - 2 \cdot K_{13} \cdot K_{33}) + K_{33}^2 + 2 \cdot K_{23}^2 + \frac{K_{22} \cdot K_{23}^2}{K_{33}};$$

$$c_{12} = \frac{1}{\sqrt{K_{33} \cdot \Delta}} \cdot (-K_{11} \cdot r_{12} + K_{12}); \quad (11)$$

$$c_{13} = \frac{1}{\sqrt{K_{33}}} \cdot (-K_{11} \cdot r_{12} \cdot K_{23} - K_{11} \cdot r_{13} \cdot K_{33} + + K_{12} \cdot K_{23} + K_{13} \cdot K_{33});$$

$$c_{23} = \frac{1}{K_{33} \cdot \sqrt{\Delta}} \cdot (K_{11} \cdot r_{12} \cdot (r_{12} \cdot K_{23} + r_{13} \cdot K_{33}) + K_{22} \cdot K_{23} - - K_{12} \cdot (2 \cdot r_{12} \cdot K_{23} + r_{13} \cdot K_{33}) - r_{12} \cdot K_{13} \cdot K_{33} + K_{23} \cdot K_{33});$$

$K_{ij}^{-1} = A_{ij} / \Delta$ – элементы обратной матрицы ковариаций.

В первом случае параметры агрегированной производственной функции $C_{i,j}^{*[\text{part}]}$ могут быть определены посредством МНК (OLS) или ММП (MLE), примененных для каждой из рассматриваемых ПФ $f_i(\cdot) = \bar{y}_i$. Во втором случае параметры АПФ находятся с помощью MLE для плотности вида (7) с функций правдоподобия $\ln L(y^* | C_{i,j}^*, x_{i,j}^*(t), \sigma_{y^*})$:

$$\ln L(y^* | C_{i,j}^*, x_{i,j}^*(t), \sigma_{y^*}) = = \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^T f(y^* | C_{i,j}^*, x_{i,j}^*(t), \sigma_{y^*}) \rightarrow \max. \quad (12)$$

Максимум (12) определяется по $C_{i,j}^*$ (параметры стандартизованной i -той ПФ) с ограничениями вида:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^T (\varepsilon_k^*(t))^2 \leq \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^T (\varepsilon_k^*(t))_{[\text{part}]}^2, \quad (13)$$

где $\varepsilon_k^*(t)$ – значения случайной величины ε^* , вычисленные для $C_{i,j}^*$, определенных по (12); [part] (partial) – значения случайной величины, рассчитанные с использованием $C_{i,j}^{*[\text{part}]}$.

Представленный метод позволяет уточнить параметры АПФ посредством решения задачи оптимизации, при совместном поиске коэффициентов моделей, что дает возможность повысить достоверность оценок при построении нормативных значений результатов функционирования подсистемы СЭС.

2. Концептуальная схема и алгоритм реализации метода

Для поиска первоначальных значений параметров моделей используется программный комплекс «ЭФРА», который позволяет найти коэффициенты

и провести ряд статистических тестов, обосновывающих возможность применения моделей для разработки нормативов или прогноза, в том числе оценку значимости модели (по критерию Фишера), оценку значимости параметров моделей (критерий Стьюдента), проверку на отсутствие гетероскедастичности (по коэффициенту ранговой корреляции Спирмена).

Концептуальная схема метода для трехмерного случая представляет собой пять обобщенных блоков (рис. 1), которые реализуют соответствующий алгоритм в программном проекте (модуле) на языке программирования с открытым исходным кодом Python [29].

Для работы программного модуля необходимо подключение дополнительных библиотек Python: `numpy`, `pandas`, `scipy`, `matplotlib`, `openpyxl` и `datetime`.

Базовый файл `main.py` подгружает дополнительные модули, а также содержит первоначальные параметры моделей для запуска соответствующих блоков алгоритма.

Первый блок предусматривает загрузку данных и первоначальных значений параметров моделей. С этой целью разработан файл `InputData.py`, содержащий класс `InputData`, в котором осуществляется загрузка данных из специальным образом сформированного файла статистических данных формата `*.xlsx` с полями названий элементов, периодов оценки, признаков. Класс, как и другие классы проекта, содержит функцию `__init__()`, содержащую переменные данных и количество наблюдений. В функцию `datainput` передаются параметры начального и конечного периода оценки, названия результативного и факторных признаков. По входным параметрам осуществляется выборка из файла данных.

Второй блок обеспечивает выполнение следующих функций, включенных в файл `Models.py` с одноименным классом `Models`.

1. Формирование степенных мультипликативных моделей ПФ согласно (4) в абсолютном и ло-

гарифмированном видах посредством добавления в текст программы соответствующих функций `def` с передаваемыми значениями факторов и коэффициентов моделей: `def func_abs(self, y, x1, x2, a0_3)`, `def func_std(self, x1, x2, a0_3)`, где y – результативный признак, $x1, x2$ – факторные признаки, $a0_3$ – коэффициенты моделей.

2. Построение агрегированных случайных величин – остатков агрегированной АПФ, определенных соотношением (8) – 2 функции `integr_std(self, y, y_teor, m = 3)` и `residuals(self, y, y_teor)` и формулой (9) – 1 функция `def integr_std_y_y_teor(self, y, y_teor, m = 3)`. Здесь $m = 3$ – число передаваемых переменных – результативных признаков; y, y_{teor} – фактические и рассчитанные по моделям ПФ значения результативных признаков, представленных в виде массива для трехмерного случая (содержит три переменных). Функции, помимо значений агрегированной случайной величины, возвращают сумму квадратов остатков и матрицу корреляций $\|r_{ij}\|$ для случая, когда значения элементов $\|r_{ij}\|$ вычисляются на каждой итерации решения задачи оптимизации по набору изменяемых параметров модели $a0_3$, соответствующих $C_{i,j}$.

3. Функция `res_test(self, mu, sigma, size, m = 3)` генерирует набор нормально распределенных случайных величин, со средним μ , стандартным отклонением σ и объема $size$.

Третий блок представлен файлом `DistributionDensity.py`, содержащим класс `DistributionDensity`, назначение которого – вычислять плотность распределения трехкомпонентной агрегированной случайной величины. Данный модуль содержит следующие функции.

1. Подынтегральная функция `def UnderIntFuncitonQuadraqticForm(self, theta1, theta2, r_3, z)`, которая соответствует формулам (10) и (11) с переменными углами θ_1, θ_2 и z – значениями агрегированной случайной величины ε^* .

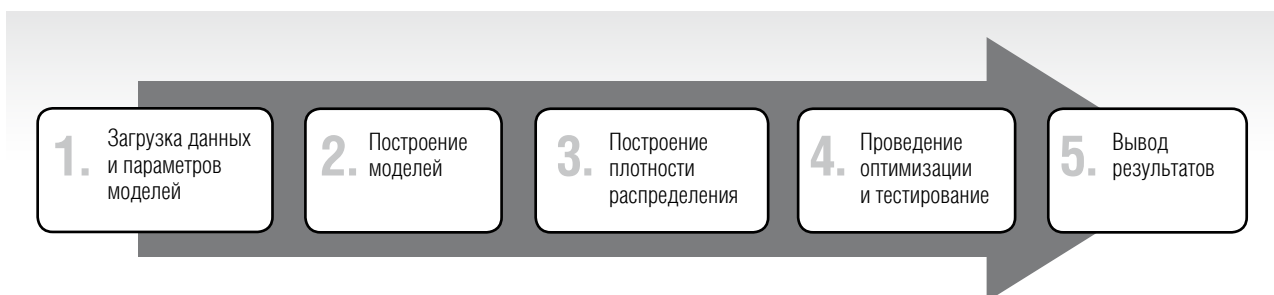


Рис. 1. Концептуальная обобщенная схема алгоритма.

2. Подынтегральная функция `def UnderIntFunctionLA(self, theta1, theta2, r_3, z, m = 3)`, позволяющая преобразовать подынтегральное выражение в формуле (7) к каноническому виду посредством вычисления собственных чисел и собственных векторов корреляционной матрицы $\|r_{ij}\|$. Функция может быть расширена на случай m переменных за счет встроеного цикла формирования двойной суммы в (7).

3. Функция `Density_3var(self, bins, r_3, t = 1)` вычисляет двойной интеграл в (7), для значений $\text{bins} - \varepsilon^*$. Переменная t , которая может быть равна 0 или 1, отвечает за выбор подынтегральной функции `UnderIntFunctionQuadraticForm` или `UnderIntFunctionLA`.

Четвертый модуль представлен двумя файлами: `ObjectiveFunction.py` и `TestFunction.py`.

Первый файл содержит в себе класс `ObjectiveFunction`, предназначенный для формирования целевой функции `objective_func_SearchParameters_3var(a)` и системы ограничений: а) верхние и нижние границы изменения параметров a – параметров агрегированной производственной функции lb и ub , значения которых вычисляются с помощью «ЭФРА»; б) система нелинейных ограничений, соответствующих выражению (13) – `defineinequality_constraint_3var(a)`. Причем вычисление правой части неравенства (13) вынесено в отдельную функцию `f01()` с целью сокращения времени выполнения алгоритма, то есть однократного расчета `f01()` и передачи результата в систему нелинейных ограничений (13).

Второй файл содержит класс `TestFunction`, в котором представлены 2 функции тестирования: а) `def hi2(self, res, alfa = 0,05)` проверяет ряд остатков res (ε^*) на соответствие нормальному закону распределения по критерию χ^2 ; б) `hi2_plotn_3var(self, res, r_3, alfa = 0,05)` проверяет ряд остатков res (ε^*) на соответствие закону с плотностью распределения вероятностей (7) по критерию χ^2 . Переменная $alfa$ задает уровень значимости критерия. Разбиение выборки на интервалы для подсчета частот распределения может быть осуществлено автоматически либо с использованием формулы Стерджесса ($n = 1 + \text{np.trunc}(3,322 * \text{np.log10}(n_res))$), `np.trunc` отсекает дробную часть, `np.log10` – десятичный логарифм, n_res – число наблюдаемых значений ε^* .

Пятый блок вывода реализуется посредством главного файла `main.py`, в котором запускаются процедуры оптимизации, тестирования и построения графиков частот ε^* , нормального распределения и распределения с плотностью (10).

Для проведения оптимизации применяется встроенная функция `minimize` из библиотеки `Scipy`. В качестве базового алгоритма используется метод `SLSQP` (Sequential Least Squares Programming) [30]. Результаты оптимизации выводятся в консоль и в текстовый файл `*.txt`. Модели со скорректированными параметрами тестируются на соответствие нормальному закону и закону с плотностью, описываемой формулой (7), и вводятся в консоль.

Архитектура проекта представлена на *рис. 2*.

Search	venv...
Parameters	DataImport_BD.xlsx
	DataInput.py
	DistributionDensity.py
	main.py
	Models.py
	ObjectiveFunction.py
	Results.txt
	TestFunction.py

Рис. 2. Архитектура проекта.

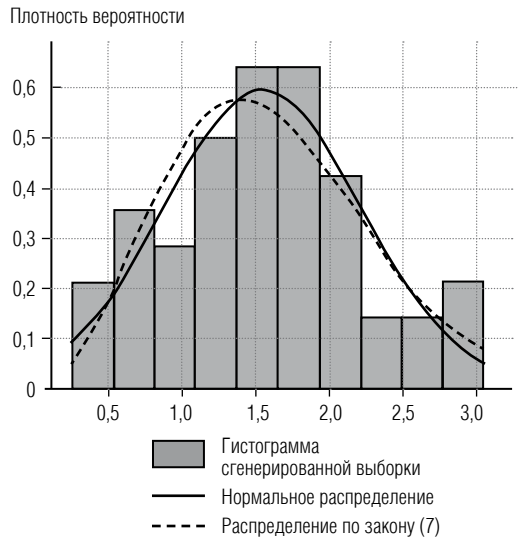
В директории `venv` устанавливаются необходимые библиотеки Python. При этом проект изолируется от остальных проектов за счет создания собственного виртуального окружения.

Таким образом, разработанный модуль Python в сочетании с программным комплексом «ЭФРА» позволяет: скорректировать параметры производственных функций и агрегированной производственной функции, протестировать гипотезу о соответствии ряда остатков заданным законам распределения с помощью критерия χ^2 на базе разработанного метода оценки параметров АПФ для трехмерного случая.

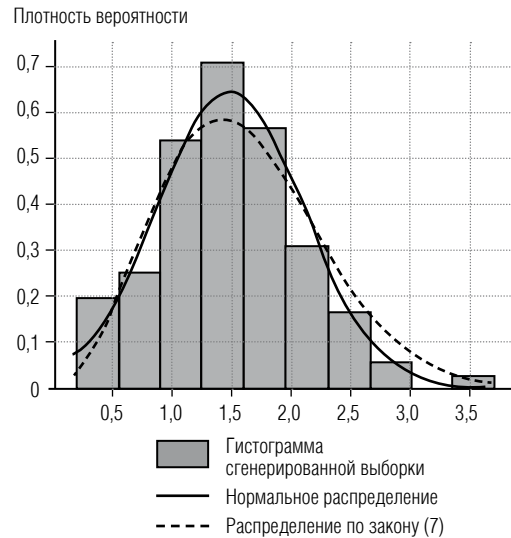
3. Результаты реализации метода оценки параметров трехкомпонентной АПФ на примере регионов ЦФО

3.1. Тестирование на модельных данных

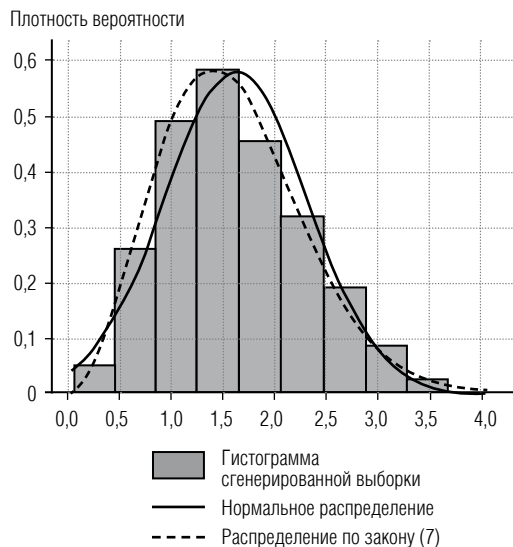
Первоначально для тестирования работы алгоритма и проверки гипотезы о соответствии агрегированной случайной величины по (9) закону распределения с плотностью, определяемой соотношением



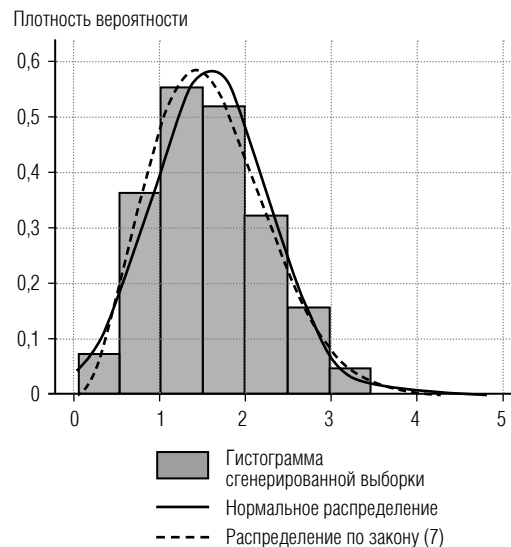
а) Остатки (3var): p-value = 0,688 (нормальное распределение),
 p-value = 0,091 (распределение по закону (7)).



б) Остатки (3var): p-value = 0,351 (нормальное распределение),
 p-value = 0,316 (распределение по закону (7)).



в) Остатки (3var): p-value = 0,000 (нормальное распределение),
 p-value = 0,608 (распределение по закону (7)).



г) Остатки (3var): p-value = 0,000 (нормальное распределение),
 p-value = 0,905 (распределение по закону (7)).

Рис. 3. Частотная диаграмма результатов оценки трехкомпонентной случайной величины с $\varepsilon_i \sim N(0; 1)$;
 а) 50 наблюдений, б) 100 наблюдений, в) 1000 наблюдений, г) 10000 наблюдений;
 p-value – уровень значимости по критерию χ^2 ; число интервалов 10.

(7), были сгенерированы три нормально распределенные случайные величины $\varepsilon_i \sim N(0; 1)$ объема 50, 100, 1000 и 10000 наблюдений (рис. 3).

Из рисунка 3 видно, что при увеличении числа наблюдений уровень значимости для нормального закона падает, а для закона с плотностью (7), наоборот, увеличивается. При этом для выборки

в 50 наблюдений распределение агрегированной случайной величины соответствует и распределению с плотностью (7) и значимо на уровне 0,091. То есть на выборках объема 50 и 100 наблюдений нельзя отвергать гипотезы о соответствии как нормальному распределению, так и распределению с плотностью (7).

3.2. Построение моделей для проектной подсистемы СЭС

В соответствии с пространственно-временной классификацией Г.Б. Клейнера, социально-экономическая система включает четыре подсистемы: объектного, средового, процессного и проектного типа, взаимодействие между которыми формирует уровень системной сбалансированности экономики [16]. При этом проектная подсистема характеризуется объемом валового регионального продукта (ВРП) по разделам F (строительство), G (оптовая и розничная торговля), K (финансовая деятельность) по ОКВЭД 2, ранее по ОКВЭД 1 разделы обозначались как F, G и J соответственно. В этом смысле проектная подсистема является трехкомпонентной и может служить объектом оценки с применением разработанного метода.

Основываясь на ранее проведенных исследованиях [31], в качестве функциональной формы моделей были выбраны степенные мультипликативные модели, связывающие объем ВРП по разделам F(F), G(G), K(J) со стоимостью основных производственных фондов (всего для раздела K(J), для разделов F(F) и G(G)), среднегодовой численностью занятых (для разделов F(F) и G(G)) и среднегодовой численностью населения (для раздела K), представленные формулой (14) и в линеаризованной форме соотношением (15):

$$\hat{y}_i = C_{i,0} \cdot x_{i,1}^{C_{i,1}} \cdot x_{i,2}^{C_{i,2}}, \quad (14)$$

$$\ln(\hat{y}_i) = \ln(C_{i,0}) + C_{i,1} \cdot \ln(x_{i,1}) + C_{i,2} \cdot \ln(x_{i,2}). \quad (15)$$

Базой для формирования моделей послужили открытые данные Росстата для 17 областей Центрального федерального округа (без Москвы) за период с 2007 по 2020 гг. [32]. Все стоимостные показатели были скорректированы на уровень инфляции и приведены к уровню 2007 года по формуле:

$$(\cdot)_t = (\cdot) / \prod_{i=2}^t (1 + \pi_i / 100). \quad (16)$$

Здесь π_i — уровень инфляции в i периоде ($i = 2$ соответствует 2008 году).

Предварительные результаты показали значимость коэффициентов моделей и коэффициента детерминации R^2 . Однако при дальнейшем тестировании моделей и их проверки на адекватность по ряду остатков (случайность, равенство 0 математического ожидания, наличие автокорреляции, соответствие нормальному закону распределения,

тест на гомоскедастичность) объем выборки пришлось уменьшить до 2018–2020 гг. (раздел F(F)) и 2015–2020 гг. (разделы G(G) и K(J)). Результаты оценки параметров представлены в *таблице 1*.

Используя представленный метод, были оценены параметры АПФ и ПФ в двух вариантах: агрегированная случайная величина определялась по формулам (9) и (10) с плотностью распределения (7) и (11), функцией правдоподобия (13) и ограничениями (14). Объем объединенной выборки за период 2018–2020 годы составил 51. При этом алгоритм, по которому вычислялась плотность распределения с использованием собственных чисел и собственных векторов для преобразования области интегрирования к каноническому виду (функция UnderIntFunctionLA), оказался почти в три раза медленнее, чем алгоритм, в котором плотность распределения определялась в квадратурах (функция UnderIntFunctionQuadraticForm), что привело к выводу о целесообразности использования метода Лагранжа вместо первого варианта при преобразовании переменных к сферическим координатам с максимально возможным аналитическим описанием подынтегрального выражения плотности распределения агрегированной случайной величины.

Результаты оценки моделей представлены в *таблице 2*.

Результаты оценок моделей, представленных в *таблице 2*, показывают, что модели остались адекватными после корректировки их параметров, как по первому, так и по второму варианту.

Результаты оценки агрегированной случайной величины и значений функции правдоподобия представлены в *таблице 3*.

Из *таблицы 3* видно, что значение функции правдоподобия после оптимизации увеличилось на 4,809% и 7,437% соответственно, что подтверждает гипотезу об увеличении достоверности проводимых оценок с использованием АПФ со скорректированными после оптимизации параметрами. То есть, метод дает возможность установить более обоснованные нормативы для результатов функционирования подсистем СЭС, в частности для трехэлементных подсистем. Однако достоверность оценок на соответствие агрегированной случайной величины рассматриваемым законам распределения уменьшается, хотя и остается значимой для случая г). При использовании ε^* , рассчитанной по формуле (8), агрегированная случайная величина ближе к нормальному закону, при использовании (9) — к

Таблица 1.

Основные статистические характеристики оцененных моделей

Модель	C_0	C_1	C_2	R^2	v	rnd	M(e)	DW	W	r_{x1} / r_{x2}
F(F)	93,306	0,248	0,711	0,961	48	26/31	1,182	1,809	0,973	0,141 0,145
p-value	0,000	0,000	0,000	0,000	–	0,050	0,243	0,050	0,282	0,322 0,310
G(G)	10,365	0,415	0,838	0,961	99	47/51	1,744	1,953	0,097	0,098 0,222
p-value	0,000	0,000	0,000	0,000	–	0,050	0,084	0,050	0,027	0,326 0,025
K(J)	0,007	0,264	1,077	0,928	99	58/68	1,543	1,944	0,973	0,085 0,099
p-value	0,000	0,001	0,000	0,00	–	0,050	0,126	0,050	0,035	0,395 0,319

Примечание: буквенные обозначения в первом столбце – модель для раздела по ОКВЭД 2; () – ОКВЭД 1; p-value – уровень статистической значимости; C_i – значения коэффициентов моделей; R^2 – коэффициент детерминации; v – число степеней свободы; rnd – критическое (для уровня значимости 0,05) и расчетное количество поворотных точек (проверка на случайность ряда остатков); M(e) – t-статистика (проверка равенства 0 математического ожидания ряда остатков); DW – критерий Дарбина–Уотсона (проверка отсутствия автокорреляции ряда остатков, значим на указанном уровне); W – критерий Шапиро–Вилка (проверка на нормальность ряда остатков); r_{xi} – t-статистика по коэффициенту ранговой корреляции Спирмена фактора x_i (тест на гомоскедастичность). Ряд остатков строился для линеаризованных моделей.

Таблица 2.

Основные статистические характеристики оцененных моделей
(агрегированная оценка)

Модель	C_0	C_1	C_2	R^2	v	rnd	M(e)	DW	W	r_{x1} / r_{x2}
F(F) ^a	90,101	0,253	0,708	0,960	48	26/31	1,241	1,810	0,972	0,140 0,145
p-value ^a	0,000	0,000	0,000	0,000	–	0,050	0,220	0,050	0,275	0,327 0,310
F(F) ^б	97,373	0,241	0,715	0,961	48	26/31	1,418	1,869	0,973	0,155 0,151
p-value ^б	0,000	0,000	0,000	0,000	–	0,050	0,162	0,050	0,291	0,277 0,289
G(G) ^a	11,961	0,347	0,945	0,970	99	58/57	1,847	1,979	0,969	0,125 0,317
p-value ^a	0,000	0,000	0,000	0,000	–	0,010	0,068	0,050	0,017	0,212 0,001
G(G) ^б	9,578	0,381	0,921	0,974	99	58/59	1,759	1,988	0,973	0,176 0,346
p-value ^б	0,000	0,000	0,000	0,000	–	0,050	0,082	0,050	0,037	0,077 0,000
K(J) ^a	0,008	0,283	1,035	0,927	99	58/66	1,355	1,967	0,973	0,072 0,064
p-value ^a	0,000	0,000	0,000	0,000	–	0,050	0,178	0,050	0,037	0,473 0,520
K(J) ^б	0,0245	0,181	1,085	0,900	99	58/65	0,607	1,994	0,972	0,068 0,002
p-value ^б	0,000	0,039	0,000	0,000	–	0,050	0,545	0,050	0,030	0,494 0,981

Примечание: а) агрегированная случайная величина определялась по формуле (8); б) по формуле (9).

Таблица 3.

Результаты оценки агрегированной случайной величины

Характеристика / АПФ	ε^{*a}	ε^{*b}	$\varepsilon^{*в}$	$\varepsilon^{*г}$
$\ln(L(\varepsilon^*))$	-69,147	-66,049	-65,821	-61,136
$\Delta \ln(L(\varepsilon^*))$	–	–	3,325 (4,809%)	4,912 (7,437%)
χ^2_{norm}	10,477	16,800	10,079	39,352
p-value _{norm}	0,063	0,005	0,073	0,000
χ^2_{agg}	169,125	7,841	168,701	12,848
p-value _{agg}	0,000	0,165	0,000	0,025

Примечание: $\ln(L(\varepsilon^*))$ – значение функции правдоподобия; $\Delta \ln(L(\varepsilon^*))$ – изменение функции правдоподобия; χ^2_{norm} – значение критерия χ^2 на соответствие нормальному закону; χ^2_{agg} – значение критерия χ^2 на соответствие закону с плотностью (7); p-value_(norm, agg) – уровни статистической значимости соответственно χ^2_{norm} и χ^2_{agg} ; а) ε^* , рассчитанная по формуле (8) до оптимизации; б) ε^* , рассчитанная по формуле (9) до оптимизации; в) и г) ε^* , рассчитанные по формулам (8) и (9) после оптимизации соответственно.

закону с плотностью (7). Эти результаты согласуются с выводами, полученными ранее для двухкомпонентной агрегированной случайной величины [25].

Диаграммы агрегированной случайной величины, полученной по формулам (8) и (9) с p-value до и после оптимизации, представлены на *рисунке 4 а), б), в), г)* соответственно.

Полученные результаты оценки параметров ПФ и АПФ были использованы для расчета частных и интегрального показателя результативности функционирования проектной подсистемы областей ЦФО за 2018–2020 годы в трех вариантах. Результаты расчета представлены на внешнем ресурсе¹.

На *рисунке 5* отражены результаты расчета показателей для Тульской области в 2020 году.

Как видно из *рисунка 5*, значения показателей, вычисленных по различным вариантам, близки друг другу, и в первом приближении для оценки проектной подсистемы можно использовать оценки по параметрам, вычисленным для каждого из разделов отдельно. В случае необходимости установления более достоверных нормативов для подсистемы целесообразно корректировать параметры АПФ и ПФ с использованием плотности распре-

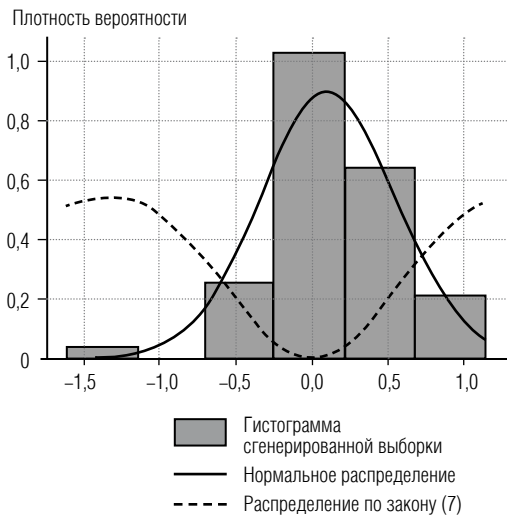
ления вида (10), поскольку составленная на ее основе функция правдоподобия максимальна среди остальных вариантов.

Заключение

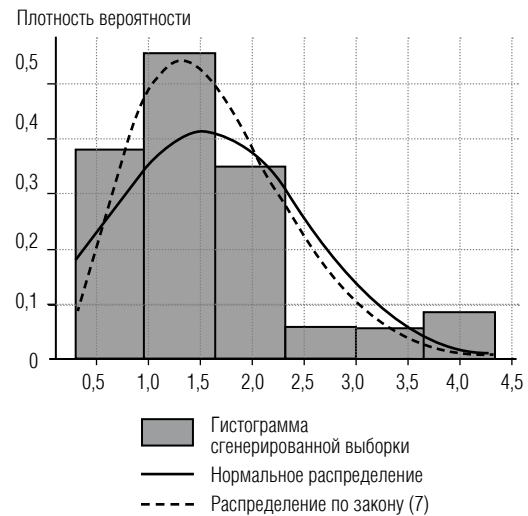
В настоящей статье представлен метод оценки параметров агрегированной производственной функции, используемой для расчета нормативов результатов функционирования подсистем СЭС, реализованный для трехкомпонентной АПФ. Отличием метода является совместное получение параметров ПФ элементов СЭС, обеспечивающее согласованность ПФ в рамках одной подсистемы.

Применение метода для областей ЦФО с использованием разработанного и протестированного программного проекта Python позволило скорректировать параметры ПФ и АПФ и получить статистически адекватные модели, которые могут быть использованы для построения нормативов элементов проектных подсистем и подсистем в целом для областей ЦФО. Это подтвердило поставленную ранее гипотезу о возможности использования метода для трехкомпонентных подсистем.

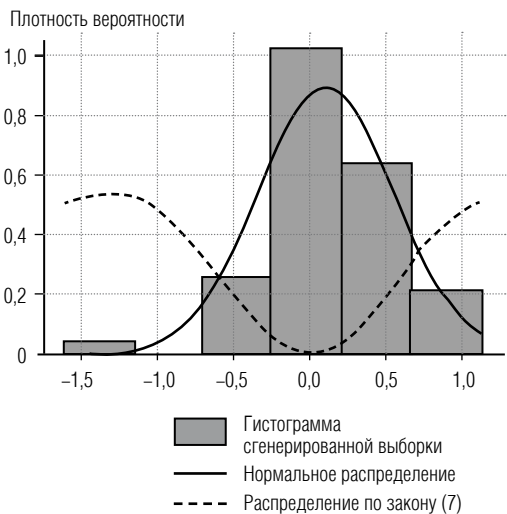
¹ Значения частных и интегральных показателей результативности для областей ЦФО за 2018–2020 годы [Электронный ресурс]: <https://disk.yandex.ru/i/NWOKIpcJG-sULA>



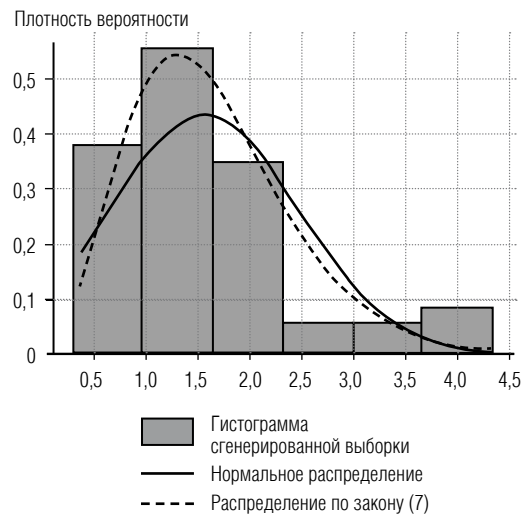
а) Остатки (3var): $p\text{-value} = 0,063$ (нормальное распределение), $p\text{-value} = 0,000$ (распределение по закону (7)).



б) Остатки (3var): $p\text{-value} = 0,005$ (нормальное распределение), $p\text{-value} = 0,165$ (распределение по закону (7)).



в) Остатки (3var): $p\text{-value} = 0,073$ (нормальное распределение), $p\text{-value} = 0,000$ (распределение по закону (7)).



г) Остатки (3var): $p\text{-value} = 0,000$ (нормальное распределение), $p\text{-value} = 0,025$ (распределение по закону (7)).

Рис. 4. Частотная диаграмма результатов оценки трехкомпонентной случайной величины с ε , а) формула (8) до оптимизации, б) формула (9) до оптимизации, в) и г) формулы (8) и (9) после оптимизации; $p\text{-value}$ – уровень значимости по критерию χ^2 ; число интервалов 6 (рассчитано по формуле Стерджесса), объем выборки 51.

Результаты оценки функционирования областей ЦФО за 2018–2020 годы с помощью частных и интегральных индикаторов могут быть полезны региональным органам управления для последующего анализа и синтеза решений, которые дают возможность обеспечить соответствие фактических и нормативных значений результативных признаков с заданной степенью точности за счет изменения и

(или) интенсификации использования факторов, входящих в разработанные модели. ■

Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-28-20061, <https://rscf.ru/project/22-28-20061/> и Тульской области.

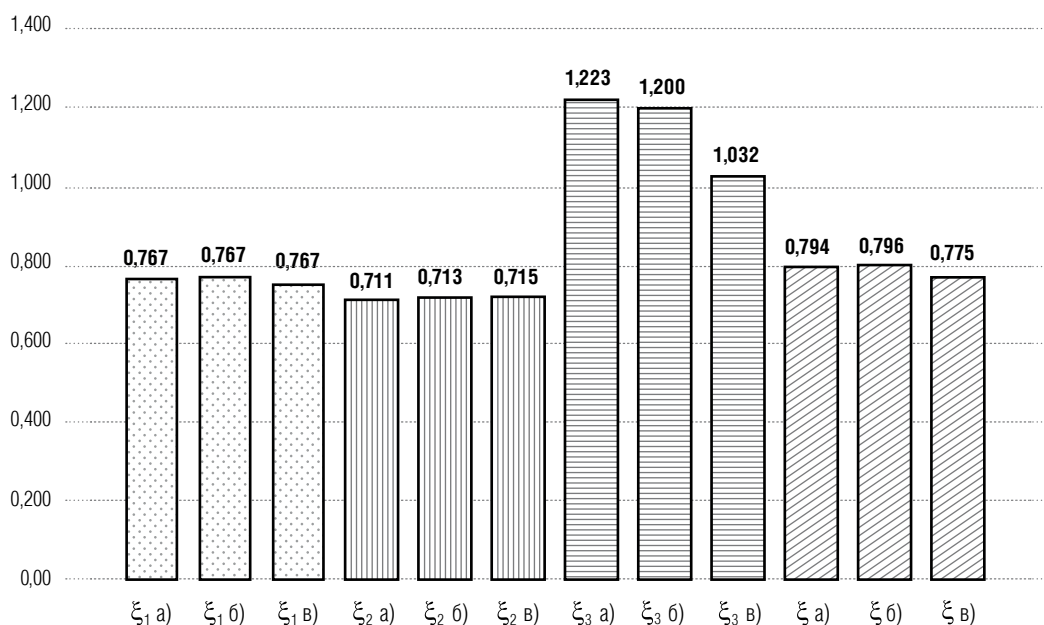


Рис. 5. Значения показателей результативности для Тульской области в 2020 году:
 ξ_1, ξ_2, ξ_3 – частные показатели результативности для разделов F(F), G(G) и K(J) по ОКВЭД 2 (ОКВЭД 1);
 ξ – интегральный показатель результативности проектной подсистемы;
 а) параметры ПФ определялись отдельно;
 б) для оценки параметров АПФ и ПФ использовалась формула (8),
 в) использовалась формула (9).

Литература

1. Выявление особенностей стратегического развития регионов на основе статистического анализа индикаторов / Д.А. Масленников и [др.] // Экономика региона. 2019. Т. 15. № 3. С. 707–719. <https://doi.org/10.17059/2019-3-7>
2. Локосов В.В., Рюмина Е.В., Ульянов В.В. Качество населения и региональная экономика: прямые и обратные связи // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2018. Т. 11. № 1. С. 32–42. <https://doi.org/10.15838/esc/2018.1.55.2>
3. Третьякова Е.А., Осипова М.Ю. Оценка показателей устойчивого развития регионов России // Проблемы прогнозирования. 2018. № 2 (167). С. 24–35.
4. Mishra S.K. A brief history of production functions // The UIP Journal of Managerial Economics, UIP Publications. 2010. Vol. 8. No. 4. P. 6–34.
5. Палаш С.В. Структурная сбалансированность экономики: государственные программы промышленного развития в Российской Федерации // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Экономические науки. 2017. Т. 10. № 1. С. 53–72. <https://doi.org/10.18721/JE.10105>
6. Кутышкин А.В., Орлова Д.С. Диагностика устойчивости развития региональных социально-экономических систем на примере Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2019. Т. 19. № 2. С. 103–116. <https://doi.org/10.14529/ctcr190209>
7. Sun X., Liu X., Li F., Tao Y., Song Y. Comprehensive evaluation of different scale cities sustainable development for economy, society, and ecological infrastructure in China // Journal of Cleaner Production. 2017. Vol. 163. P. 329–337. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.002>
8. Кривоножко В.Е., Лычев А.В. Анализ деятельности сложных социально-экономических систем. М.: Макс Пресс, 2010.
9. Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units // European Journal of Operational Research. 1978. Vol. 2. No. 6. P. 429–444.
10. Оценка эффективности регионов РФ с учетом интеллектуального капитала, характеристик готовности к инновациям, уровня благосостояния и качества жизни населения / В.Л. Макаров и [др.] // Экономика региона. 2014. № 4. С. 9–30. <https://doi.org/10.17059/2014-4-1>

11. Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю., Кудров А.В. Индикаторы экономического развития в базисе характеристик региональной дифференциации // Прикладная эконометрика. 2018. № 2 (50). С. 4–22.
12. Виноградова Н.А. Интегральный индекс развития регионов // Региональная экономика: теория и практика. 2016. № 2. С. 68–83.
13. Дмитриев В.В., Календин Н.В. Интегральная оценка состояния региональных социо-эколого-экономических систем и качества жизни населения (на примере субъектов Северо-западного федерального округа России) // Балтийский регион. 2016. Т. 8. № 2. С. 125–140. <https://doi.org/10.5922/2074-9848-2016-2-7>
14. Жгун Т.В., Липатов А.В., Чалов Г.А. О корректности вычислительной задачи построения композитных индексов // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2019. Т. 15. № 2. С. 441–455. <https://doi.org/10.25559/SITITO.15.201902.441-455>
15. Колесников Н.Г., Толстогузов О.В. Структурные изменения экономики Северо-Запада России: пространственный аспект // Балтийский регион. 2016. Т. 8. № 2. С. 30–47. <https://doi.org/10.5922/2074-9848-2016-2-2>
16. Клейнер Г.Б., Рыбачук М.А. Системная сбалансированность экономики России. Региональный разрез // Экономика региона. 2019. Т. 15. № 2. С. 309–323. <https://doi.org/10.17059/2019-2-1>
17. Dreyer J.K., Schmid P.A. Growth effects of EU and EZ memberships: Empirical findings from the first 15 years of the Euro // Economic Modelling. 2017. Vol. 67. P. 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2016.09.007>
18. Sayaria N., Saria R., Hammoudehb S. The impact of value added components of GDP and FDI on economic freedom in Europe // Economic Systems. Vol. 42. No. 2. P. 282–294. <https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2017.03.003>
19. Charfeddine L., Mrabet Z. The impact of economic development and social-political factors on ecological footprint: A panel data analysis for 15 MENA countries // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2017. Vol. 76. P. 138–154. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.031>
20. Lin B., Benjamin I.N. Causal relationships between energy consumption, foreign direct investment and economic growth for MINT: Evidence from panel dynamic ordinary least square models // Journal of Cleaner Production. 2018. Vol. 197. P. 708–720. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.152>
21. Zhenhua W., Guangsheng Z. Industrial policy, production efficiency improvement and the Chinese county economic growth // Proceedings of Rijeka Faculty of Economics: Journal of Economics and Business. 2016. Vol. 34. No. 2. P. 505–528. <https://doi.org/10.18045/zbefri.2016.2.505>
22. Афанасьев А.А., Пономарева О.С. Народнoхозяйственная производственная функция России в 1990–2017 гг. // Экономика и математические методы. 2020. Т. 56. № 1. С. 67–78. <https://doi.org/10.31857/S042473880006708-7>
23. Моделирование развития экономики региона и эффективность пространства инноваций/ В.Л. Макаров и [др.] // Форсайт. Т. 10. № 3. С. 76–90. <https://doi.org/10.17323/1995-459X.2016.3.76.90>
24. Comparative analysis of results of assessing the Central Federal District's regions' economic development by using linear and non-linear models / R. Zhukov [et al.] // Statistika: Statistics and Economy Journal. 2019. Vol. 99. No. 3. P. 272–286.
25. Жуков Р.А. Метод оценки результатов функционирования иерархических социально-экономических систем на основе агрегированной производственной функции // Экономика и математические методы. 2021. Т. 57. № 3. С. 17–31. <https://doi.org/10.31857/S042473880016428-9>
26. Жуков Р.А. Подход к оценке функционирования иерархических социально-экономических систем и принятию решений на базе программного комплекса «ЭФРА» // Бизнес-информатика. 2020. Т. 14. № 3. С. 82–95. <https://doi.org/10.17323/2587-814X.2020.3.82.95>
27. Жуков Р.А. Социо-эколого-экономические системы: теория и практика. М.: ИНФРА-М, 2019. https://doi.org/10.12737/monography_5b7516626665a8.43347695
28. Жуков Р.А., Козлова Н.О. О плотности распределения вероятностей агрегированной случайной величины для оценки функционирования сложных систем: трехмерный случай // Алгебра, теория чисел, дискретная геометрия и многомасштабное моделирование: современные проблемы, приложения и проблемы истории. Материалы XXI Международной конференции, посвящённой 85-летию со дня рождения А.А. Карацубы. Тула, 2022. С. 268–270.
29. Язык программирования Python [Электронный ресурс]: <http://python.org> (дата обращения 20.08.2022).
30. Метод SLSQP Python [Электронный ресурс]: <https://docs.scipy.org/doc/scipy/tutorial/optimize.html> (дата обращения 20.08.2022).
31. Zhukov R.A. Model of socio-ecological and economic system: The Central Federal District regions of the Russian Federation // Statistika: Statistics and Economy Journal. 2018. Vol. 98. No. 3. P. 237–261.
32. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]: <http://www.gks.ru> (дата обращения 20.08.2022).

Об авторах

Жуков Роман Александрович

кандидат физико-математических наук, доцент;

научный сотрудник, доцент кафедры «Математика и информатика», Тульский филиал Финансового университета при Правительстве РФ, 300012, г. Тула, ул. Оружейная, д. 1-а;

E-mail: pluszh@mail.ru

ORCID: 0000-0002-2280-307X

Козлова Надежда Олеговна

кандидат технических наук;

старший преподаватель кафедры «Математика и информатика», Тульский филиал Финансового университета при Правительстве РФ, 300012, г. Тула, ул. Оружейная, д. 1-а;

E-mail: 95kno@mail.ru

ORCID: 0000-0001-6808-2880

Манохин Евгений Викторович

кандидат физико-математических наук, доцент;

доцент кафедры «Математика и информатика», Тульский филиал Финансового университета при Правительстве РФ, 300012, г. Тула, ул. Оружейная, д. 1-а;

E-mail: emanfinun@mail.ru

ORCID: 0000-0001-6711-3737

Плинская Мария Александровна

студент направления «Бизнес-информатика», Тульский филиал Финансового университета при Правительстве РФ, 300012, г. Тула, ул. Оружейная, д. 1-а;

E-mail: maria.plinskaya@gmail.com

ORCID: 0000-0002-1307-0935

Construction of an aggregated production function with implementation based on the example of the regions of the Central Federal District of the Russian Federation

Roman A. Zhukov

E-mail: pluszh@mail.ru

Nadezhda A. Kozlova

E-mail: 95kno@mail.ru

Evgeny V. Manokhin

E-mail: emanfinun@gmail.com

Maria A. Plinskaya

E-mail: maria.plinskaya@gmail.com

Financial University under the Government of the Russian Federation, Tula Branch
Address: 1a, Oruzheynaya Street, Tula 300012, Russia

Abstract

A three-dimensional case is considered on the basis of a method developed for estimating the parameters of the aggregated production function used to calculate dynamic standards and build integral indicators of the performances of the functioning of socio-economic systems. The aggregated production function is determined by the quadratic convolution of the production functions of the results of the functioning of the elements of the subsystem and their correlation matrix. The parameters of the aggregated production function are determined from solving the problem of maximizing the likelihood function of a random variable – the residuals of production functions aggregated according to a similar rule. On the example of a project subsystem within the framework of the Kleiner's spatial-temporal classification of socio-economic systems we obtained adjusted values of the parameters of a function that includes power-law multiplicative models of the relationship between the volume of gross domestic product by region for sections F (construction), G (wholesale and retail trade), K (financial activity) according to NACE 2 and the cost of fixed assets (total for section K, for sections F and G), the average annual number of employees (for sections F and G) and the average annual population (for section K), based on data for 2015–2020 (sections G, K) and 2018–2020 (section F) for the regions of the Central Federal District. The EFRA software package and Python's project were used as tools. The results obtained can be used by regional authorities in assessing the functioning of the regions and the formation of appropriate standards in the short term.

Keywords: socio-economic system, probability distribution density, aggregated production function, model, integral estimation

Citation: Zhukov R.A., Kozlova N.A., Manokhin E.V., Plinskaya M.A. (2022) Construction of an aggregated production function with implementation based on the example of the regions of the Central Federal District of the Russian Federation. *Business Informatics*, vol. 16, no. 3, pp. 7–23. DOI: 10.17323/2587-814X.2022.3.7.23

References

1. Maslennikov D.A., Mityakov S.N., Kataeva L.Y., Fedoseeva T.A. (2019) Identification of the characteristics of the regional strategic development based on the indicators' statistical analysis. *Economy of region*, vol. 15, no. 3, pp. 707–719 (in Russian). <https://doi.org/10.17059/2019-3-7>
2. Lokosov V.V., Ryumina E.V., Ulyanov V.V. (2018) Population quality and regional economy: direct and indirect correlation. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, vol. 11, no. 1, pp. 32–42 (in Russian). <https://doi.org/10.15838/esc/2018.1.55.2>
3. Tretyakova E.A., Osipova M.Y. (2018) Evaluation of sustainable development indicators for regions of Russia. *Studies on Russian Economic Development*, vol. 29, no. 2, pp. 124–134 (in Russian).
4. Mishra S.K. (2010) A Brief History of Production functions. *The UIP Journal of Managerial Economics, UIP Publications*, vol. 8, no. 4, pp. 6–34.
5. Palash S.V. (2017) Structural balance of the economy: government programs for industrial development in the Russian Federation. *St. Petersburg State Polytechnic University Journal of Engineering Science and Technology*, vol. 10, no. 1, pp. 53–72 (in Russian). <https://doi.org/10.18721/JE.10105>
6. Kutyshkin A.V., Orlova D.S. (2019) Diagnostics of the sustainable development of regional socio-economic systems on the example of the Khanty-Mansiysk autonomous okrug – Yugra. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*, vol. 19, no. 2, pp. 103–116 (in Russian). <https://doi.org/10.14529/ctcr190209>
7. Sun X., Liu X., Li F., Tao Y., Song Y. (2017) Comprehensive evaluation of different scale cities sustainable development for economy, society, and ecological infrastructure in China. *Journal of Cleaner Production*, vol. 163, pp. 329–337. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.002>
8. Krivonozhko V.E., Lychev A.V. (2010) *Analysis of the activities of complex socio-economic systems*. Moscow: Maks Press (in Russian).
9. Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E. (1978) Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, vol. 2, no. 6, pp. 429–444.
10. Makarov V.L., Aivazyan S.H., Afanasiev M.Yu., Bakhtizin A.R., Nanavyan A.M. (2014) The estimation of the regions' efficiency of the Russian Federation including the intellectual capital, the characteristics of readiness for innovation, level of well-being, and quality of life. *Economy of Region*, vol. 4, pp. 9–30 (in Russian). <https://doi.org/10.17059/2014-4-1>
11. Aivazian S.A., Afanasiev M.Yu., Kudrov A.V. (2018) Indicators of economic development in the basis of the characteristics of regional differentiation. *Applied Econometrics*, vol. 50, pp. 4–22 (in Russian).
12. Vinogradova N.A. (2016) Integrated index of regional development. *Regional Economics: Theory and Practice*, vol. 2, pp. 68–83 (in Russian).

13. Dmitriev V.V., Kaledin N.V. (2016) Russian Northwest: an integral assessment of the conditions of regional social, environmental and economic systems and quality of life. *Baltic Region*, vol. 8, no. 2, pp. 125–140 (in Russian). <https://doi.org/10.5922/2074-9848-2016-2-7>
14. Zhgun T.V., Lipatov A.V., Chalov G.A. (2019) On the correctness of the computational problem of composite indices construction. *Modern Information Technologies and IT-Education*, vol. 15, no. 2, pp. 441–455 (in Russian). <https://doi.org/10.25559/SITITO.15.201902.441-455>
15. Kolesnikov N.G., Tolstoguzov O.V. (2016) Structural changes in the economy of the Russian Northwest: Spatial dimension. *Baltic Region*, vol. 8, no. 2, pp. 30–47 (in Russian). <https://doi.org/10.5922/2074-9848-2016-2-2>
16. Kleiner G.B., Rybachuk M.A. (2019) System balance of the Russian economy: Regional perspective. *Economy of Region*, vol. 15, no. 2, pp. 309–323 (in Russian). <https://doi.org/10.17059/2019-2-1>
17. Dreyer J.K., Schmid P.A. (2017) Growth effects of EU and EZ memberships: Empirical findings from the first 15 years of the Euro. *Economic Modelling*, vol. 67, pp. 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2016.09.007>
18. Sayaria N., Saria R., Hammoudehb S. (2018) The impact of value added components of GDP and FDI on economic freedom in Europe. *Economic Systems*, vol. 42, no. 2, pp. 282–294. <https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2017.03.003>
19. Charfeddine L., Mrabet Z. (2017) The impact of economic development and social-political factors on ecological footprint: A panel data analysis for 15 MENA countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 76, pp. 138–154. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.031>
20. Lin B., Benjamin I.N. (2018) Causal relationships between energy consumption, foreign direct investment and economic growth for MINT: Evidence from panel dynamic ordinary least square models. *Journal of Cleaner Production*, vol. 197, pp. 708–720. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.152>
21. Zhenhua W., Guangsheng Z. (2016) Industrial policy, production efficiency improvement and the Chinese county economic growth. *Proceedings of Rijeka Faculty of Economics: Journal of Economics and Business*, vol. 34, no. 2, pp. 505–528. <https://doi.org/10.18045/zbefri.2016.2.505>
22. Afanasiev A.A., Ponomareva O.S. (2020) The macroeconomic production function of Russia in 1990–2017. *Economics and Mathematical Methods*, vol. 56, no.1, pp. 67–78 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S042473880006708-7>
23. Makarov V., Ayvazyan S., Afanasyev M., Bakhtizin A., Nanavyan A. (2016) Modeling the development of regional economy and an innovation space efficiency. *Foresight and STI Governance*, vol. 10, no. 3, pp. 76–90 (in Russian). <https://doi.org/10.17323/1995-459X.2016.3.76.90>
24. Zhukov R., Kuznetsov G., Gorodnichev S., Manokhin E., Nazyrova E., Melay E. (2019) Comparative analysis of results of assessing the Central Federal District's regions' economic development by using linear and non-linear models. *Statistika: Statistics and Economy Journal*, vol. 99, no. 3, pp. 272–286.
25. Zhukov R.A. (2021) Method for assessing the results of hierarchical socio-economic systems' functioning based on the aggregated production function. *Economics and Mathematical Methods*, vol. 57, no. 3, pp. 17–31 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S042473880016428-9>
26. Zhukov R.A. (2020) An approach to assessing the functioning of hierarchical socio-economic systems and decision-making based on the EFRA software package. *Business Informatics*, vol. 14, no. 3, pp. 82–95 (in Russian). <https://doi.org/10.17323/2587-814X.2020.3.82.95>
27. Zhukov R.A. (2019) *Socio-ecological-economic systems: Theory and practice*. Moscow: INFRA-M (in Russian). https://doi.org/10.12737/monography_5b7516626665a8.43347695
28. Zhukov R.A., Kozlova N.O. (2022) On the probability distribution densities of an aggregated random variable for evaluating the functioning of complex systems: a three-dimensional case. In digest *XXI international conference "Algebra, number theory, discrete geometry and multiscale modeling, modern problems, applications and problems of history dedicated to the 85th anniversary of the birth of A.A. Karatsuba"*, pp. 268–270 (in Russian).
29. *Programming language Python*. Available at: <http://python.org> (accessed 10 August 2022).
30. *SLSQP Python method*. Available at: <https://docs.scipy.org/doc/scipy/tutorial/optimize.html> (accessed 10 August 2022).
31. Zhukov R.A. (2018) Model of socio-ecological and economic system: The central federal district regions of the Russian Federation. *Statistika: Statistics and Economy Journal*, vol. 98, no. 3, pp. 237–261.
32. *Federal State Statistics Service*. Available at: <http://gks.ru> (accessed 10 August 2022).

About the authors

Roman A. Zhukov

Cand. Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor;

Researcher, Associate Professor, Department of Mathematics and Informatics, Financial University under the Government of the Russian Federation, Tula Branch, 1a, Oruzheynaya Street, Tula 300012, Russia;

E-mail: pluszh@mail.ru

ORCID: 0000-0002-2280-307X

Nadezhda A. Kozlova

Cand. Sci. (Tech.), Assistant Professor;

Assistant Professor, Department of Mathematics and Informatics, Financial University under the Government of the Russian Federation, Tula Branch, 1a, Oruzheynaya Street, Tula 300012, Russia;

E-mail: 95kno@mail.ru

ORCID: 0000-0001-6808-2880

Evgeny V. Manokhin

Cand. Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor;

Associate Professor, Department of Mathematics and Informatics, Financial University under the Government of the Russian Federation, Tula Branch, 1a, Oruzheynaya Street, Tula 300012, Russia;

E-mail: emanfinun@gmail.com

ORCID: 0000-0001-6711-3737

Maria A. Plinskaya

Student of the direction “Business Informatics”, Financial University under the Government of the Russian Federation, Tula Branch, 1a, Oruzheynaya Street, Tula 300012, Russia;

E-mail: maria.plinskaya@gmail.com

ORCID: 0000-0002-1307-0935

Метод оценивания рыночной стоимости арт-объекта на основе интерполяционной модели

М.Г. Мальцев^a 

E-mail: maltsev2000@list.ru

С.И. Баглюк^b 

E-mail: b-s-i-1957@yandex.ru

И.М. Солнцева^c 

E-mail: irasolntseva@gmail.com

^a Военно-инженерная космическая академия им. А.Ф. Можайского
Адрес: Россия, 197198, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д.13

^b ООО «ЭФО»
Адрес: Россия, 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Новолитовская, д. 15А

^c Галерея «КультПроект»
Адрес: Россия, 125009, г. Москва, ул. Тверская, д. 3, арт-центр Cube Moscow

Аннотация

Задача оценивания рыночной стоимости арт-объекта (АО) актуальна для художников, арт-дилеров, коллекционеров, музейных работников и пр. К ее решению привлекаются эксперты и оценщики, нуждающиеся в соответствующих средствах автоматизации. Она усложняется несогласованностью понятийного аппарата специалистов различных областей знаний, спецификой АО и арт-рынка. Известные методы ее решения, тем более автоматизированные, не многочисленны и не универсальны. Цель исследования — разработка метода автоматизированного оценивания рыночной стоимости АО, определяющего ее как сумму двух компонентов: себестоимости создания АО и добавленной стоимости — стоимости актива «ценность АО». Для вычисления первого компонента используется затратный подход и аддитивная модель, второго — сравнительный подход и интерполяционная модель. Добавленная стоимость современных АО представляется функцией от параметров каждого из четырех ценообразующих факторов АО: «ценность художника», «художественная ценность АО», «культурная ценность АО», «качество состояния АО». Предполагается реализовать модели в виде программного комплекса, интегрируемого в информационные системы современных арт-институций, согласовав используемые форматы данных.

Ключевые слова: арт-объект, стоимость арт-объекта, метод оценивания, интерполяционная модель, художественная ценность, культурная ценность, сплайн

Цитирование: Мальцев М.Г., Баглюк С.И., Солнцева И.М. Метод оценивания рыночной стоимости арт-объекта на основе интерполяционной модели // Бизнес-информатика. 2022. Т. 16. № 3. С. 24–35. DOI: 10.17323/2587-814X.2022.3.24.35

Введение

Разработка метода оценивания рыночной стоимости арт-объекта (АО) — комплексная задача, затрагивающая области человеческой деятельности, до недавнего времени, еще далекие друг от друга — искусство (художественная, культурная ценности АО) и наука (математика, экономика, квалиметрия), что определило специфику и сложность задачи.

Вопросы оценивания имущества регулируются законами и стандартами на государственном и межгосударственном уровнях. В Российской Федерации — это Федеральный закон «Об оценочной деятельности в РФ» и Федеральные стандарты оценки (ФСО), например, ФСО №1, ФСО №11, на международном уровне — международные стандарты оценки (МСО) [1–4].

В ФСО №1 предлагаются три подхода оценивания: доходный, сравнительный и затратный.

Затратный подход использован оценщиками культурных ценностей и предметов коллекционирования в методе, разработанном коллективом авторов во главе с Тамойкиным М.Ю., запатентованного ими и предложенного в 2010 году в качестве проекта соответствующего стандарта [5]. В основе данного метода оценивания лежит идея вычисления «базисной стоимости» (суммы стоимости материалов и труда) предмета коллекционирования, уточняемой с помощью более двух десятков экспертно назначаемых коэффициентов.

Помимо себестоимости АО его цену определяет «нечто» нематериальное, благодаря которому цены на АО достигают сотен миллионов долларов [6]. Нематериальным «нечто», во многом определяющим цену АО (нематериальный актив), являются не только собственные его достоинства, вызывающие, например, эмоциональный отклик зрителя, но и само имя (бренд) автора — эффект, называемый «гудвилл» [7, 8]. Оцениванию нематериального актива, посвящены ФСО №11 [3] и МСО 210 [4]. Очевидно, что при оценивании работ художников с именем себестоимостью их работ часто можно пренебречь.

В «модели трех активов» [8], помимо материального и нематериального активов, предлагается учитывать третий актив — «ценность». Сама модель, как подчеркивает автор, «...ни в коем случае не является практическим инструментом оценки». В работе [7] отмечается, что актив «ценность» учитывает «уровень публичного признания или значимость самого предмета коллекционирования и что он тоже является нематериальным».

Рыночная стоимость культурных ценностей определяются соответствующими ценообразующими факторами [9]. Список ценообразующих факторов, определяющих стоимость актива «ценность АО», требует уточнения.

Арт-рынок привнес свою специфику [6, 10] в процесс ценообразования АО: его основными торговыми площадками стали аукционы и арт-ярмарки, а ключевыми фигурами — коллекционеры и брендовые дилеры; предметы искусства стали символами статуса и объектами инвестиций, а рыночная стоимость АО стала определяться, прежде всего, брендом художника.

В эпицентре коммерциализации оказалось именно современное искусство [10, 11]. Согласно отчету французской компании Artprise [11], объем продаж современного искусства за 20 лет увеличился на 2100% и в 2019 году достиг \$2 млрд.

Обширный список методов оценивания стоимости АО, рассмотренный в [12], условно делится на две группы: предполагающих автоматизацию и иных. Один из первых программных комплексов для оценивания стоимости АО — Inverstment [7], разработанный компанией Fine Art Investment Group, реализовывал методику оценивания живописи с помощью рейтинга художников.

Рейтинги художников используются компаниями, формирующими аналитические обзоры, в том числе — с рекомендациями для инвестирования в искусство, например, галерея InArt [13].

Профессиональным союзом художников РФ (ПСХ РФ) выделены классификационные при-

знаки и сформирован рейтинг членов союза [14], определены ценовые рекомендации для АО с учетом, в том числе, рейтинга художника.

Появились идеи использования новых информационных технологий в интересах арт-рынка, так в [15] утверждается, что технология «блочейн» изменит арт-рынок, решив вопросы его прозрачности, авторского права и подлинности произведений искусства с использованием электронной сертификации АО [16]. Создана доменная зона искусств «.art» [17]. Заявлено о создании на ее базе «Digital Twin» – «экосистемы различных технологических решений и услуг в мире искусства» [18].

Каждый музей сегодня уже обладает собственной информационной системой (ИС) [19], например, КАМИС [20]. Для ИС арт-институций актуальна стандартизация форматов представления данных [21]. Так «Digital Twin» использует стандарт идентификации арт-объектов, разработанный Фондом Дж. Пола Гетти (J. Paul Getty Trust) и принятый ЮНЕСКО, Интерполом, ИКОМ.

Представленный обзор подтверждает необходимость:

- ♦ уточнения и формализации тезауруса проблемной области, прежде всего – понятий «рыночная стоимость АО», «культурная ценность АО», «художественная ценность АО», «ценность художника», уточнения состава ценообразующих факторов для современных АО и их параметров;
- ♦ в альтернативе методу вычисления стоимости предметов коллекционирования [5], использующему экспертно-назначаемые коэффициенты, уточняющие базисную оценку стоимости АО;
- ♦ в методе оценивания стоимости АО, выполненных в различных техниках, пространствах и стилях;
- ♦ в реализации предлагаемого метода как комплекса моделей, в том числе, интерполяционной модели оценивания стоимости актива «ценность АО», как функции от множества параметров ценообразующих факторов АО;
- ♦ в реализации комплекса моделей в виде программного комплекса и интеграции его с ИС современных арт-институций [16–18, 20], согласовании используемых форматов данных [19, 21].

Цель исследования – разработка метода, позволяющего продвинуться в перечисленных выше направлениях.

1. Формирование базовых понятий и определений

Считаем, что рыночная стоимость АО есть сумма следующих компонент: «себестоимости АО» и добавленной стоимости [22] – стоимости актива «ценность АО», определяемой совокупностью измеряемых параметров ценообразующих факторов АО. В отличие от [7], считаем, что «ценность АО» не ограничивается значимостью самого АО и, в отличие от [8], стремимся к практически-реализуемой модели оценивания рыночной стоимости АО, поэтому «нематериальный актив» не выделен в самостоятельный из актива «ценность АО». В ст. 5 Закона РФ от 15 апреля 1993 года №4804-1 «О вывозе и ввозе культурных ценностей» [23], отмечается, что «культурные ценности – движимые предметы материального мира независимо от времени их создания, имеющие историческое, художественное, научное или культурное значение». Поэтому к ценообразующим факторам современных АО логично отнести «частные» ценности АО, а именно: художественную и культурную. Понятие «культурная ценность» имеет двоякое применение. Если речь идет об АО, как предмете коллекционирования или вывозимой «культурной ценности», то речь идет о «культурной собственности», обладающей определенной ценностью [24]. Рассматривается второе применение термина «культурная ценность» как характеристика самого АО, используемая в качестве одного из четырех ценообразующих факторов АО, определяющих стоимость «актива ценность АО». Второй фактор – «художественная ценность АО». Третий – «качество состояния АО» на момент продажи. Четвертый по счету, но, пожалуй, первый по важности – «ценность художника», определяет уровень признания его арт-рынком или иначе – статус (бренд) автора АО. Каждый из четырех ценообразующих факторов $f = \{1, \dots, 4\}$ непосредственно не измеряется, но определяется соответствующим подмножеством измеряемых параметров (P_f). Это соответствует сути факторного анализа «...сконцентрировать исходную информацию, выражая большое число рассматриваемых признаков через меньшее число более емких внутренних характеристик явления (факторов), которые, однако, не поддаются непосредственному измерению» [25].

Объединение P_f подмножеств образует множество P всех параметров ценообразующих факторов АО:

$$P = P_{v,a} \cup P_{av} \cup P_{kv} \cup P_{cq}, \quad (1)$$

где подмножества параметров соответствуют следующим ценообразующим факторам:

Pv_a – «ценность художника» (the value of the artist, v_a);

Pav – «художественная ценность АО» (artistic value, av);

Pcv – «культурная ценность АО» (cultural value, cv);

Pcq – «качество состояния АО (condition quality, cq).

2. Формализация задачи

Выражение для вычисления стоимости i -го АО (the Cost of AO, Ca_o) имеет следующий вид:

$$Ca_o_i(P \cup Ppc) = PCa_o_i(Ppc) + CAVa_o_i(P). \quad (2)$$

При этом PCa_o_i – себестоимость i -го АО (the Prime Cost of AO, PCa_o), вычисляемая с использованием затратного подхода как аддитивная функция на подмножестве параметров Ppc , определяющих себестоимость АО (количество и стоимость материалов и т.д.), т.е.

$$PCa_o_i(Ppc) = \sum_{j \in Ppc} C_j \cdot Q_{ij}, \quad (3)$$

где C_j – цена единицы j -го ресурса, а Q_{ij} – его количество, использованное для создания i -го АО;

$CAVa_o_i(P)$ – стоимость актива «ценность АО» (Cost of the Asset «Value of AO»), $CAVa_o$), вычисляемая как функция с использованием сравнительного подхода и многомерной сплайн-интерполяционной модели [26] на множестве параметров P .

Сплайн-интерполяция используется в различных областях от медицины [27] до геологии [28]. Автомами ранее успешно апробированы алгоритмы и программы, приведенные в [26], для оценивания качества программного обеспечения [29], они же предлагаются для вычисления функции $CAVa_o_i(P)$.

Параметры множества P (1) применительно к АО (картинам современных художников) приведены в таблице 1 ($n|P| = 21$). Для искомого АО, стоимость которого определяется, отбираются аналоги, образующие множество A (процедура отбора аналогов рассмотрена далее). Если число аналогов $m = n|A|$, а $(m+1)$ – искомым АО, то стоимость его равна

$$Ca_o_{m+1}(P \cup Ppc) = PCa_o_{m+1}(Ppc) + CAVa_o_{m+1}(P), \quad (4)$$

при этом $CAVa_o_{m+1}(P)$ является результатом интерполирования многомерным сплайном S :

$$CAVa_o_{m+1}(P) = S_{B'_{m+1}}^B, \quad (5)$$

у которого задана T -мерная (в нашем случае $T = 21$, по числу параметров ценообразующих факторов АО) сетка $(t_1, \dots, t_{21})$ с $m+1$ узлом, где B_m – множество координат (значений параметров ценообразующих факторов АО-аналогов) для m узлов и их значений $CAVa_o_i(P)$ ($i = 1, \dots, m$), B'_{m+1} – множество значений параметров ценообразующих факторов оцениваемого АО, т.е. координат соответствующего узла на сплайне, значение которого – $CAVa_o_{m+1}(P)$ и является искомым.

Параметры могут быть как количественными, так и качественными. Переменные, соответствующие качественным параметрам, являются ранговыми и принимают количественные относительные значения. Например, значения параметра: «очень низкое», «низкое», «среднее», «высокое», переводятся в значения ранговой (дискретной) переменной со значениями 0,25, 0,5, 0,75, 1 [30].

Сплайн с дискретными переменными есть частный случай сплайна, описанного в [26] и использованного, в частности, в [30].

Использование аппарата сплайн-интерполирования обусловлено тем, что соответствующие алгоритмы относительно легко программируемы, а процессы аппроксимации обладают хорошими свойствами сходимости. Кроме того, сплайны удобны для приближенного описания процессов, не обладающих регулярным свойством гладкости [31]. Наконец, интеграл и производная от сплайна – вновь сплайн большей или меньшей размерности, что позволяет выполнять с ним прогнозно-аналитические действия относительно тенденций изменения оценок. Это позволит придать, в дальнейшем, комплексу новые – прогностические качества [32].

3. Условия формирования и использования базового программного комплекса

В соответствии с (2) программный комплекс оценивания стоимости АО включает две модели для оценивания, соответственно: $PCa_o(Ppc)$ и $CAVa_o_i(P)$, использующую аналоги искомого АО. Очевидно, что картины не могут быть аналогами для скульптур, а картины, исполненные в монументальной технике – для гравюр и т.д. Поэтому введено понятие «класса АО». Для определения признаков «класса АО» используются следующие классификационные

Таблица 1.

Параметры ценообразующих факторов АО

№	Параметры	Тип оценки параметра
Параметры ценности художника, Pv_a		
1	Рейтинговый уровень художника по рейтингу ПСХ РФ	Целое число (1 – 10)
2	Количество художественных союзов, членом которых является художник: 1 – регионального, 2 – и РФ, 3 – и международных	Целое число (1 – 3)
3	Количество званий, наград, премий художника	Целое число
4	Из них международных	Целое число
5	Число АО художника в коллекциях музеев, известных галерей или коллекционеров	Целое число
6	Из них зарубежных	Целое число
7	Количество персональных выставок	Целое число
8	Из них в статусных учреждениях	Целое число
9	Из них в зарубежных	Целое число
Параметры культурной ценности картины, Pcv		
10	Находилась в коллекциях: музеев, статусных галерей или коллекционеров (число раз)	Целое число
11	Из них в международных	Целое число
12	Участвовала в статусных проектах (выставках, конкурсах) (число раз)	Целое число
13	Из них международных	Целое число
14	Автор признан лауреатом или дипломантом статусных проектов (число раз)	Целое число
15	Из них международных	Целое число
Параметры художественной ценности картины, Pav		
16	Новизна видения художника (отсутствует – 0; элементы оригинальности – 0,25; в основном, оригинальное – 0,5; оригинальное – 0,75; парадоксальное – 1)	Одно из значений: 0,25, 0,5, 0,75, 1
17	Оригинальность содержания – идеи (отсутствует; присутствуют элементы; в основном, оригинальна; оригинальна)	Одно из значений: 0,25, 0,5, 0,75, 1
18	Оригинальность формы (композиции, колористического решения, светотеневого решения, геометрии линий и пятен, текстуры красочного слоя). Оценка производится по каждому элементу, измеряемому относительными единицами 0, 0,25, 0,5, 0,75, 1. Общая оценка суммируется. (Минимальная – 0, максимальная – 5).	Числа, изменяющиеся в диапазоне от 0 до 5 с шагом 0,25
19	Оригинальность данной работы среди других работ художника (отсутствует, присутствуют элементы; в основном оригинальна; оригинальна)	Одно из значений: 0,25, 0,5, 0,75, 1
20	Профессионализм исполнения картины (низкий, средний, высокий, очень высокий)	Одно из значений: 0,25, 0,5, 0,75, 1
Параметры качества состояния картины, Pcq		
21	Качество и состояние: основы картины, красок, подрамника. Оценка производится по каждому элементу, измеряемому относительными величинами 0, 0,25, 0,5, 0,75, 1. Общая оценка суммируется (минимальная – 0, максимальная – 3)	Числа, изменяющиеся в диапазоне от 0 до 3 с шагом 0,25

признаки «Единого художественного рейтинга РСХ РФ» [14]: уровень и категория художника, определяющие соответственно, профессионализм и уровень работ художника; стиль, создаваемых им АО (А — авангардный, В — «ориентирован на сложившиеся традиции» и т.д.); размерность пространства, в котором работает художник; вид используемой им художественной техники.

Добавлен признак — ценовой диапазон АО. Выделено шесть ценовых диапазонов АО (в долларах США): 1) более 20000, 2) 10000–20000, 3) 5000–10000, 4) 3000–5000, 5) 1000–3000, 6) менее 1000.

Для тестирования метода и моделей используется «базовый комплекс», база данных (БД) которого содержит сведения об АО следующего класса: картины современных профессиональных российских художников, рейтинговый уровень которых от 2 до 6; двумерные; техника — станковая живопись; стоимостью до \$20000.

БД комплекса формируется на основе работ художников РФ, реализованных галереей «КультПроект» [33] и данных о продажах картин из открытых источников, например, [11]. В *таблице 2* приведен пример фрагмента подобной БД. Во второй строке *таблицы 2* информация об оцениваемой картине Ч (первые буквы названия), ТА (первые буквы фамилии и имени) художника. Художник 2-го уровня в рейтинге РСХ РФ, авангардный (А), картина двумерная, станковая живопись с относительной площадью 2,24 (площадь картины S , делённая на 2500 (2500 см² — базовая площадь картины согласно [14])).

Соответственно, отбираются аналоги — это АО ее класса: картины художников 2-го рейтингового уровня, двумерные, с техникой — станковая живопись, площадь которых отличается от площади искомой картины на ± 1 базовой площади, и стоимостью до \$20000.

В *таблице 3* для искомого АО (картины Ч, художника ТА) и АО-аналогов (картин Бве, Лх и Лг художников СА, ПН и РИ, соответственно) приведены значения всех параметров (см. *таблицу 1*).

Ввиду сходства АО-аналогов и искомой картины (уровень художника, размеры, техника) можно допустить, что себестоимость их создания, примерно одинакова, а разница в цене определяется CAI_{Ao} . Поэтому в *таблице 2* приведена непосредственно цена их продажи, а по результатам сплайн-интерполяции получаем стоимость искомого АО (картины Ч художника ТА) равную \$2540.

Конечно, когда речь идет об оценке АО типа «Бриллиантового черепа» Дэмиена Херста, то допущение о равенстве себестоимости аналогов будет неприемлемо.

Непосредственно с комплексом работает оценщик, обеспечивающий, в том числе, ввод в БД комплекса оценок параметров АО, предоставляемых соответствующими экспертами. Несомненным достоинством комплекса может быть функционал, который позволит представлять для аналогов искомого АО их фото, что позволит продемонстрировать, например, покупателю «обоснованность цены» [6] искомого АО.

Таблица 2.

Подбор АО-аналогов

Художник	Уровень РСХ РФ	Название картины	Относительная площадь	Цена, USD
СА	2А	Бве	2,89	16284
ТА	2А	Ч	2,24	*
ТА		М	1,40	1316
ПН	2А	Лх	1,68	750
ПН		К	1,40	680
ЖН	2А	Лэ	1,92	900
ЖН		Змв	3,20	2100
РИ	2В	ВтП	1,40	1700
РИ		Лг	1,40	1400

* цена данного АО является искомой

Таблица 3.

**Оценки параметров
ценообразующих факторов АО**

№	Ч, ТА	Бве, СА	Лх, ПН	Лг, РИ
<i>Pv a</i>				
1	2	2	2	2
2	1	2	2	1
3	0	7	1	1
4	0	3	0	1
5	0	24	0	0
6	0	11	0	7
7	27	24	7	0
8	8	7	3	4
9	10	6	3	0
<i>Pcv</i>				
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
13	0	0	0	0
14	0	0	1	0
15	0	0	1	0
<i>Pav</i>				
16	0,75	1	0,75	0,25
17	0	0,75	0	0
18	2	3	3	0
19	0,75	0	0,50	0
20	1	1	1	1
<i>Pcq</i>				
21	3	3	3	3

4. Направления развития базового программного комплекса

Комплекс строится на принципах модульной организации и последовательного расширения функциональности. Направления развития базового комплекса:

- ♦ расширение диапазона классов оцениваемых АО, увеличение точности оценки, как за счет

увеличения числа АО-аналогов в БД комплекса, так и расширения (уточнения) списка ценообразующих факторов и/или их параметров;

- ♦ специализация под конкретные арт-институты: аукционные дома (определение эстимейта АО [6]), арт-ярмарки, брендовых дилеров, использующих дополнительные ценообразующие факторы и/или параметры оценивания АО или собственных экспертов;
- ♦ использование на вторичном рынке АО, требующее соответствующего расширения функциональности за счет разработки экстраполяционных моделей, дополнительного учета ценообразующего фактора «историческая ценность АО», динамики цен на искусство;
- ♦ рассмотрение задачи оценивания рыночной стоимости АО как части комплексной задачи – создания «экосистемы различных технологических решений и услуг в мире искусства» [18], т.е. интеграции предлагаемого комплекса с информационными системами современных арт-институций [16, 18, 20];
- ♦ согласование форматов данных со стандартами ИС арт-институций [19, 21], включение в них сведений, используемых для оценивания стоимости АО.

Заключение

Предложен метод оценивания рыночной стоимости АО, как суммы двух компонент: себестоимости создания АО и добавленной стоимости – стоимости актива «ценность АО». Для оценивания первой компоненты использован затратный подход и аддитивная модель вычисления, второй – сравнительный подход и сплайн-интерполяционная модель. Уточнен тезаурус проблемной области. Выделены ценообразующие факторы, обуславливающие ценность современного АО: «ценность художника», «культурная ценность АО», «художественная ценность АО», «качество состояния АО». Для каждого из них сформированы подмножества определяющих их параметров, оцениваемых экспертами для искомого АО и его аналогов, оценки последних и цена продаж используются для построения интерполяционного сплайна – инструмента вычисления добавленной стоимости искомого АО.

Метод универсален – применим для оценивания АО различного уровня художественной и/или культурной ценности, созданных художниками разного

профессионального уровня, творящими в различных стилях и техниках, вплоть до цифрового искусства, что достигается открытостью моделей к изменению состава ценообразующих факторов и/или их параметров. Приведен пример использования метода.

Математические модели реализуемы программно. Представлен пример исходных данных для

базового программного комплекса и направления его развития. Варианты реализации комплекса могут учитывать специфику различных пользователей, арт-институций и быть интегрированы с их информационными системами.

Специальные математические знания от пользователей комплекса не потребуются. ■

Литература

1. Федеральный закон «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» от 29.07.1998 N 135-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 1998. № 31. Ст. 3813. [Электронный ресурс]: <https://www.szrf.ru/szrf/doc.php?nb=100&issid=1001998031000&docid=18> (дата обращения 01.07.2022).
2. Федеральный стандарт оценки «Общие понятия оценки, подходы и требования к проведению оценки (ФСО № 1)». Приказ Минэкономразвития России от 22.05.2015 № 297. [Электронный ресурс]: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_180064/ (дата обращения 01.07.2022).
3. Федеральный стандарт оценки «Оценка нематериальных активов и интеллектуальной собственности (ФСО № 11)». Приказ Минэкономразвития России от 22.06.2015 № 385. [Электронный ресурс]: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_181621/ (дата обращения 01.07.2022).
4. International Valuation Standards Council. International Valuation Standards (IVS). London: IVSC, 2022.
5. Тамойкин М.Ю., Тамойкин Д.М. Международный стандарт оценки предмета культурной ценности и предмета коллекционирования. 2010. [Электронный ресурс]: http://www.labrate.ru/doc/tamoikinsmuseum_International_Appraisal_Standard_2010_v1_0.pdf. (дата обращения 01.07.2022).
6. Томпсон Д. Как продать за \$12 млн. чучело акулы: Скандальная правда о современном искусстве и аукционных домах. М.: Центр-полиграф, 2009.
7. К дискуссии оценщиков и искусствоведов о терминологии и методологии оценки предметов коллекционирования // Центр экономического анализа и экспертизы. [Электронный ресурс]: <http://www.ceae.ru/pub-oz-predmet-kolek.htm> (дата обращения 01.07.2022).
8. Платонов Б.А. Модель трех активов — эффективный инструмент оценщика при анализе стоимости культурных ценностей // Культура і сучасність: альманах. 2013. №. 2. С. 96—102.
9. Пузыня Н.Ю., Локтионов А.Н., Михлин А.В. Вопросы оценки культурных ценностей // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2012. Т. 126. № 3. С. 36—52.
10. Арутюнова А. Арт-рынок в XXI веке. Пространство художественного эксперимента. М.: ВШЭ, 2015.
11. Рынок современного искусства 2000—2020. Отчет Artprice. Часть 1 // ARTinvestment.RU, 2020. [Электронный ресурс]: https://artinvestment.ru/invest/analytics/20201016_ArtpriceCont.html (дата обращения: 01.07.2022).
12. Дианов В. Методы оценки произведений искусства // Культурно-информационный проект Владимира Дианова, 2016. [Электронный ресурс]: <http://dianov-art.ru/2016/12/16/metody-ocenki-proizvedenij-iskusstva> (дата обращения: 01.07.2022).
13. Рейтинги и аналитика российского современного искусства // InArt Analytics. [Электронный ресурс]: <https://analytics.inartgallery.org/#rating> (дата обращения: 01.07.2022).
14. Единый художественный рейтинг // Профессиональный союз художников РФ, 2022. [Электронный ресурс]: <http://rating.artunion.ru> (дата обращения: 01.07.2022).
15. Михальска Ю. Как блокчейн изменит арт-рынок // The Art Newspaper Russia. 2016. № 48. [Электронный ресурс]: <http://www.theartnewspaper.ru/posts/3679/> (дата обращения: 01.07.2022).
16. Компания VerisArt. [Электронный ресурс]: <https://verisart.com/> (дата обращения: 01.07.2022).
17. ART — единственный домен для творчества // UK Creative Ideas Ltd. [Электронный ресурс]: <https://art.art.ru/> (дата обращения: 01.07.2022).
18. ART Digital Twin // UK Creative Ideas Ltd. [Электронный ресурс]: <https://art.art.ru/digital-twin> (дата обращения: 01.07.2022).
19. Богомазова Т.Г. Интеграционный кризис российского информационного пространства культуры как основная проблема его развития. Электронные ресурсы библиотек, музеев, архивов. СПб.: Политехника-сервис, 2014. С. 225—234.
20. Музейная система КАМИС. [Электронный ресурс]: <https://www.kamis.ru/kamis/moduli/> (дата обращения: 01.07.2022).
21. Селиванова Ю.Г., Масхулия Т.Л. Международные стандарты метаданных для описания библиотечных, архивных материалов и музейных объектов // Современ. технологии интеграции информ. ресурсов: сб. науч. тр. Санкт-Петербург, 2011. С. 255—288.

22. Добавленная стоимость // Финансовая энциклопедия, 2020. [Электронный ресурс]: <https://nesrakonk.ru/valueadded/> (дата обращения: 01.07.2022).
23. Закон Российской Федерации от 15.04.1993 № 4804-1 «О вывозе и ввозе культурных ценностей» // АО «Кодекс». [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/9005151> (дата обращения: 01.07.2022).
24. Нешатаева В.О. Культурные ценности. Цена и право. М.: ВШЭ, 2013.
25. Факторный анализ // Центр системной оптимизации бизнеса и управления качеством. [Электронный ресурс]: <http://ieeetpu.ru/system/factor.html> (дата обращения 01.07.2022).
26. Василенко В.А. Сплайн функции: теория, алгоритмы, программы. Новосибирск: Наука, 1983.
27. Черкашина Ю.А. Применение кубической сплайн интерполяции в задачах прогнозирования функционального состояния здоровья детей // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 4. С. 887–890.
28. Плавник А.Г. Картирование свойств геологических объектов на основе сплайн- аппроксимационного подхода. Автореф. дис... д-ра техн. наук. Новосибирск, 2013.
29. Мальцев М.Г., Баглюк С.И. Управление характеристиками качества программного обеспечения // Вычислительные системы и сети. Методы оценивания и обеспечения качества / Под ред. В.А. Смагина. СПб.: ВИКА им. А.Ф. Можайского, 1994. С. 81–94.
30. Баглюк С.И., Мальцев М.Г. Оценка надежности программного модуля, учитывающая среду его разработки // Методы анализа и обеспечения качества вычислительных систем и сетей связи ЭВМ и их программного обеспечения / Под ред. В.А. Смагина. М.: МО СССР, 1990. С. 66–68.
31. Алберг Дж., Нильсон Э., Уолш Дж. Теория сплайнов и ее приложения. Пер. с англ. М.: Мир, 1972.
32. Стечкин С.Б., Субботин Ю.Н. Сплайны в вычислительной математике. М.: Наука, 1976.
33. Галерея «КульТПроект». [Электронный ресурс]: <http://kultproekt.ru/> (дата обращения 01.07.2022).

Об авторах

Мальцев Михаил Григорьевич

кандидат технических наук, доцент;

доцент Военно-инженерной космической академии им. А.Ф. Можайского, 197198, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д.13;

E-mail: maltsev2000@list.ru

ORCID: 0000-0001-6921-251X

Баглюк Сергей Иванович

кандидат технических наук, доцент;

начальник отдела информационных систем и технологий ООО «ЭФО», 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Новолитовская, д. 15А;

E-mail: b-s-i-1957@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-2328-6158

Солнцева Ирина Михайловна

МВА (арт-менеджмент);

Основатель и куратор галереи «КульТПроект» (член «Ассоциации галерей»), 125009, г. Москва, ул. Тверская, д. 3, в Арт-Центре Cube Moscow;

E-mail: irasolntseva@gmail.com

ORCID: 0000-0003-4272-6013

Method of estimating the market cost of art objects based on the interpolation model

Mikhail G. Maltsev^a

E-mail: maltsev2000@list.ru

Sergey I. Baglyuk^b

E-mail: b-s-i-1957@yandex.ru

Irina M. Solntseva^c

E-mail: irasolntseva@gmail.com

^a A.F. Mozhaysky Military-Space Academy

Address: 13, Zhdanovskaja Street, St. Petersburg 197198, Russia

^b Ltd EFO

Address: 15A, Novolitovskaya Street, St. Petersburg 194100, Russia

^c KultProekt Gallery

Address: 3, Tverskaya Street, at the Cube Art-Center, Moscow 125009, Russia

Abstract

The task of assessing the market cost of an art object (AO) is relevant for artists, art dealers, collectors and museum workers, among others. Experts and appraisers who need appropriate automation tools are involved in its solution. The task is complicated by the inconsistency of the conceptual apparatus of the specialists' various fields of knowledge, the specifics of AO and the art market. Known methods for solving it, especially automated methods, are not numerous and not universal. The purpose of this study was to develop a method for automated valuation of the market value of AO, which defines it as the sum of two components: the prime cost of the AO and added cost – the cost of the asset “value of the AO.” To calculate the first component, a cost-based approach and an additive model were used; the second was a comparative approach and an interpolation model. The added value of modern AO is represented by a function of the parameters of each of the four price-forming factors of AO: “the value of the artist,” “the artistic value of AO,” “the cultural value of AO,” “the quality of the state of AO.” It is proposed to implement models in the form of a software package integrated into the information systems of modern art institutions, having coordinated the data formats used.

Keywords: art object, the cost of the art object, interpolation model, spline interpolation, artistic value, cultural value

Citation: Maltsev M.G., Baglyuk S.I., Solntseva I.M. (2022) Method of estimating the market cost of art objects based on the interpolation model. *Business Informatics*, vol. 16, no. 3, pp. 24–35. DOI: 10.17323/2587-814X.2022.3.24.35

References

1. *The Federal law of the Russian Federation of July 29, 1998 N 135-FZ «On appraisal activity in the RF»* (1998) Collection of Laws RF, 1998, no. 31 (in Russian).
2. *The Federal valuation standard «General concepts of assessment, approaches and requirements for the assessment»* (2015) Order of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation of May 20, 2015, no. 297 (in Russian).

3. *The Federal valuation standard N 11* «Assessment of intangible assets and intellectual property» (2015) Order of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation of June 22, 2015, no. 385 (in Russian).
4. International Valuation Standards Council (2022) *International Valuation Standards (IVS)*. London: IVSC.
5. Tamoikin M.Y., Tamoikin D.M. (2010) *International standard for assessment of cultural property and collectibles*. Available at: http://www.labrate.ru/doc/tamoikinsmuseum_International_Appraisal_Standard_2010_v1_0.pdf (accessed 01 July 2022) (in Russian).
6. Thompson D. (2009) *The \$12 million stuffed shark: The curious economics of contemporary art and auction houses*. Moscow: Tsentrpoligraf (in Russian).
7. *To the discussion of appraisers and art critics about the terminology and methodology for assessing collectibles* (2021) The center for economic analysis and expertise. Available at: <http://www.ceae.ru/pub-oz-predmet-kolek.htm> (accessed 01 July 2022) (in Russian).
8. Platonov B.A. (2013) Three assets model – effective appraisal instrument for value analysis of the objects of cultural heritage. *Culture and modernity: an almanac (Kul'tura i suchasnost': al'manakh)*, no. 2, pp. 96–102 (in Russian).
9. Puzyunya N.Y., Loktionov A.N., Mikhlin A.V. (2012) Questions of evaluation of cultural values. *Property relations in the Russian Federation*, vol. 126, no. 3, pp. 36–52 (in Russian).
10. Arutyunova A. (2015) *Art-Market in the XXI century. Space for artistic experiment*. Moscow: HSE (in Russian).
11. *Contemporary Art Market 2000–2020* (2020) ARTinvestmeny.RU. Available at: https://artinvestment.ru/invest/analytics/20201016_ArtpriceCont.html (accessed 01 July 2022) (in Russian).
12. Dianov V. (2016) *Methods for evaluating works of art*. Cultural and informational project of Vladimir Dianov. Available at: <http://dianov-art.ru/2016/12/16/metody-ocenki-proizvedenij-iskusstva> (accessed 01 July 2022) (in Russian).
13. *Rating and analytics of Russian contemporary art* (2020) InArt Analytics. Available at: <https://analytics.inartgallery.org/#rating/> (accessed 01 July 2022) (in Russian).
14. *Unified art rating* (2022) Professional union of artists of the Russian. Available at: <http://rating.artunion.ru> (accessed 01 July 2022) (in Russian).
15. Mikhalska Y. (2016) How blockchain will change the art market. *The Art Newspaper Russia*, no. 48. Available at: <http://www.theartnewspaper.ru/posts/3679> (accessed 01 July 2022) (in Russian).
16. *Website of the VerisArt Company*. Available at: <https://verisart.com> (accessed 01 July 2022).
17. *Website of the Art domain*. Available at: <https://art.art/> (accessed 01 July 2022).
18. *Website of the Art Digital Twin*. Available at: <https://art.art/digital-twin> (accessed 01 July 2022).
19. Bogomazova T.G. (2014) *Integration crisis of the Russian information space of culture as the main problem of its development. Electronic resources of libraries, museums, archives*. St. Petersburg: Polytechnic-service, pp. 225–234 (in Russian).
20. *Website of the museum system KAMIS*. Available at: <https://www.kamis.ru/kamis/moduli> (accessed 01 July 2022) (in Russian).
21. Selivanova Y.G., Maskhulia T.L. (2011) International metadata standards for describing library, archival materials and museum objects. *Modern Technologies for the Integration of Information Resources*. St. Petersburg, pp. 255–288 (in Russian).
22. *Website of Financial Encyclopedia*. Available at: <https://nesrakonk.ru/valueadded/> (accessed 01 July 2022) (in Russian).
23. *The federal law of the Russian Federation N 4804-1* «On the export and import of cultural property» (2021) JSC “Codex”. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/9005151> (accessed 01 July 2022) (in Russian).
24. Neshataeva V.O. (2013) *Cultural values. Price and right*. Moscow: HSE (in Russian).
25. *Factor Analysis* (2021) The center for system business optimization and quality management. Available at: <http://ieec.tpu.ru/system/factor.html> (accessed 01 July 2022) (in Russian).
26. Vasilenko V.A. (1983) *Spline functions: theory, algorithms, programs*. Novosibirsk: Nauka.
27. Cherkashina Y.A. (2016) Application of cubic spline interpolation in the tasks of predicting the functional state of children’s health. *International Journal of Applied and Fundamental Research*, no. 4, pp. 887–890. Available at: <https://applied-research.ru/article/view?id=9096> (accessed 01 July 2022) (in Russian).
28. Plavnik A.G. (2013) *Mapping the properties of geological objects based on the spline approximation approach*. Novosibirsk: ICMMG SB RAS (in Russian).
29. Maltsev M.G., Baglyuk S.I. (1994) Management of software quality characteristics. *Computing systems and networks. Evaluation and quality assurance methods* (ed. V.A. Smagin). SPb: Mozhaisky Military Space Academy, pp. 81–94 (in Russian).
30. Baglyuk S.I., Maltsev M.G. (1990) Assessment of the reliability of a software module, taking into account the environment of its development. *Methods of analysis and quality assurance of computing systems and communication networks of computers and their software* (ed. V.A. Smagin). Moscow: Ministry of Defense (Soviet Union), pp. 66–68 (in Russian).

31. Alberg J., Nilson E., Walsh J. (1972) *The theory of splines and its applications*. Moscow: Mir (in Russian).
32. Stechkin S.B., Subbotin Yu. N. (1976) *Splines in computational mathematics*. Moscow: Nauka (in Russian).
33. *Website of the Gallery «Kultproekt»*. Available at: <http://kultproekt.ru> (accessed 01 July 2022) (in Russian).

About the authors

Mikhail G. Maltsev

Cand. Sci. (Tech.), associate professor;

Associate Professor of the Mozhaisky Military Space Academy, 13, Zhdanovskaja Street, St. Petersburg 197198, Russia;

E-mail: maltsev2000@list.ru

ORCID: 0000-0001-6921-251X

Sergey I. Baglyuk

Cand. Sci. (Tech.), associate professor;

Head of the Department for Information Systems & Technologies of the EFO Ltd., 15A, Novolitovskaya Street, St. Petersburg 194100, Russia;

E-mail: b-s-i-1957@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-2328-6158

Irina M. Solntseva

MBA (Art-management);

Founder and curator of the “KultProekt” Gallery (member of the Association of Galleries), at the Cube Moscow Art-Center, 3, Tverskaya Street, Moscow 125009, Russia;

E-mail: irasolntseva@gmail.com

ORCID: 0000-0003-4272-6013

Качество стратегического управления в условиях неопределенности: оценка в контексте устойчивого развития*

М.А. Мызникова 

E-mail: maryalex.myz@gmail.com

ГБУ «Институт экономических исследований»

Адрес: ДНР, 283048, г. Донецк, ул. Университетская, 77

Аннотация

В условиях высокого и возрастающего уровня неопределенности качество стратегического управления в процессе обеспечения достижения траектории устойчивого развития предприятия приобретает особое значение. Вопросы формирования и эффективной реализации механизма стратегического управления актуализируют задачу поиска инструментария оценки качества стратегического управления. В то же время, проблематика разработки инструментария оценки качества стратегического управления предприятием с позиции достижения им траектории устойчивого развития в условиях неопределенности остается малоизученной. В этой связи, цель исследования состоит в повышении качества стратегического управления промышленными предприятиями, функционирующими в условиях неопределенности, посредством разработки и апробации на примере отдельных предприятий Донецкого региона инструментария оценки качества стратегического управления в контексте достижения предприятием траектории устойчивого развития. Для достижения поставленной цели в работе использован синтез системного, кибернетического и синергетического подходов. Для реализации поставленной цели в рамках исследования проведена концептуализация основных понятий и предложены теоретико-методологические подходы к трактовке категорий «стратегическое управление», «устойчивое развитие» и «стратегическая неопределенность». Базируясь на авторских подходах к трактовке основных категорий, предложено производить оценку качества стратегического управления с точки зрения цели такого управления, состоящей в достижении траектории устойчивого развития. Основываясь на авторском подходе, была проведена оценка качества стратегического управления промышленными предприятиями Донецкого региона в контексте достижения ими устойчивого развития. Апробация предложенного инструментария позволила сделать вывод, что интегральный показатель оценки по всем анализируемым предприятиям не имел однозначной и однонаправленной тенденции к сокращению. Указанное свидетельствует об отсутствии устойчивой тенденции движения к аттрактору за анализируемый период по всем исследуемым предприятиям, что актуализирует вопросы поиска резервов повышения эффективности стратегического управления промышленными предприятиями Донецкого региона, составляющие перспективу дальнейших исследований.

* Статья опубликована при поддержке Программы НИУ ВШЭ «Университетское партнерство»

Ключевые слова: стратегическое управление, неопределенность, устойчивое развитие, оценка, аттрактор, точка бифуркации, промышленное предприятие

Цитирование: Мызникова М.А. Качество стратегического управления в условиях неопределенности: оценка в контексте устойчивого развития // Бизнес-информатика. 2022. Т. 16. № 3. С. 36–52.
DOI: 10.17323/2587-814X.2022.3.36.52

Введение

Нелинейный характер, закономерно присутствующий большинству экономических процессов, в совокупности с хаотичностью, многофакторностью и сложностью системы взаимосвязей и взаимозависимостей протекающих процессов и явлений, наряду с дефицитом и высокой скоростью устаревания информации о них, позволяют говорить о высокой степени неопределенности функционирования современных социально-экономических систем как об общемировой тенденции.

В то же время, специфические условия функционирования и управления промышленными предприятиями Донецкого региона, связанные с нестабильной военно-политической обстановкой, экономической блокадой, непризнанным статусом, разрывом хозяйственных связей со стейкхолдерами, значительными институциональными преобразованиями, предопределяют формирование тенденций, провоцирующих существенное возрастание неопределенности.

В таких условиях, неопределенность, являясь «неотъемлемой составляющей бизнеса» [1, с. 405] во всем мире, в специфических условиях функционирования промышленных предприятий Донецкого региона достигает исключительно высокого уровня. При этом указанные тенденции, помимо нарастания неопределенности, провоцируют сокращение адаптивности систем стратегического управления предприятиями посредством снижения разнообразия их инструментария.

Вышеизложенное позволяет сделать вывод о наличии специфически высокого уровня неопределенности функционирования промышленных предприятий Донецкого региона, что существенно осложняет процессы стратегического управления и принятия стратегических решений, актуализируя вопросы оценки качества такого управления.

Рассматривая вопросы оценки качества стратегического управления в контексте достижения

устойчивого развития, представляют интерес и являются дискуссионными вопросы определения набора ключевых показателей для проведения такой оценки. При этом оценка качества управления, на наш взгляд, должна производиться с точки зрения цели такого управления, состоящей в достижении траектории устойчивого развития.

В этой связи, интерес представляет анализ подходов к оценке достижения системой устойчивого развития. Следует отметить, что значительная часть исследований, посвященных оценке степени достижения системой траектории устойчивого развития [2–9], рассматривают устойчивое развитие на макро- или мезоуровне и трактуют его как баланс экономической, экологической и социальной компонент, переводя оценку достижения устойчивого развития в оценку сбалансированности этих компонент. В то же время, такой подход не коррелирует с авторской трактовкой термина «устойчивое развитие» и не подходит для оценки достижения траектории устойчивого развития на уровне отдельных предприятий.

Ряд исследователей [10–14] проецируют описанный выше подход на микроуровень, оценивая экономическую, экологическую и социальную компоненту устойчивого развития предприятия. В то же время, на наш взгляд, подобная оценка в большей степени иллюстрирует влияние функционирования предприятия на развитие региона, нежели отражает качество управления предприятием через призму достижения им своих собственных стратегических целей.

Ряд исследователей предлагают более обширный перечень компонент для оценки устойчивого развития предприятия. Так, авторы исследования [15] предлагают выделение информационной компоненты наряду с социальной, экологической и экономической компонентами. В исследовании [16] предлагается расширить перечень компонент достижения тенденции устойчивого развития до следующего набора: финансовая, технологическая, производственная, организационная, маркетинго-

вая, инновационная, инвестиционная, социальная, экологическая.

Автор исследования [17] предлагает расширение перечня компонент до четырех групп показателей: социальные, экологические, экономические, рискованные. Однако, представляется возможным проведение анализа рисков по каждой из указанных групп показателей. Кроме того, анализ рисков целесообразнее представить как отдельный этап механизма управления устойчивым развитием предприятия, а не в качестве дополнительной компоненты, включая его в этап оценки наряду с экономической, социальной и экологической компонентой.

Кардинально отличный способ предложен в работе [18]. В ней автор утверждает, что оценка устойчивого развития предприятия может быть осуществлена «посредством трех основных характеристик: наличием завершенных инноваций, степенью участия организации в разработке данных инноваций, выявлением основных причин, по которым инновационная деятельность не осуществлялась». В то же время, оправданность оценки устойчивого развития исключительно через призму инновационной составляющей вызывает сомнения. Так, внедрение инноваций, безусловно, способно привести к качественным и количественным изменениям структуры и/или траектории поведения системы, которые переводят систему из точки стратегического равновесия в точку бифуркации, позволяющую системе перейти к более высокому уровню организации, повысить эффективность своего функционирования, нарастить потенциал и конкурентные преимущества и, как следствие, достигать стратегических целей более высокого уровня. В то же время, внедрение инноваций сопряжено с высоким риском, что не гарантирует переход в точке бифуркации к устойчивой траектории. Реализация указанных рисков способна инициировать переход к целям более низкого уровня и более низкого порядка организации систем. Кроме того, инновации не являются единственным фактором, способным перевести систему из точки стратегического равновесия в точку бифуркации.

Несколько более обширный перечень компонент предложен в работе [19]. Так, авторы предлагают оценивать устойчивое развитие предприятия по четырем компонентам: финансовой, маркетинговой, производственной, инновационной устойчивости. Отмечая отождествление авторами понятий «устойчивость» и «устойчивое развитие», укажем, что приведенный набор показателей рассматри-

вает устойчивое развитие/устойчивость в статике, а не в динамике, а предлагаемая методика оценки не предполагает наличия объекта и/или шкалы для проведения сравнительного анализа.

В источнике [16] отмечается, что «говоря об устойчивости организации, нельзя не сказать об устойчивости процессов, в ней происходящих». Также авторами исследования приводятся ключевые характеристики устойчивых процессов: ритмичность, гибкость, параллельность, эластичность и непрерывность. Соглашаясь с необходимостью учета устойчивости процессов, отметим, что приведенный перечень не является исчерпывающим.

Резюмируя, отметим, что широкое освещение в научной литературе вопросов определения набора ключевых показателей для проведения оценки степени достижения траектории устойчивого развития не имело следствием формирования единого подхода к выделению компонент такой оценки и, тем более, выделение набора ключевых показателей.

В этой связи, цель исследования состоит в повышении качества стратегического управления промышленными предприятиями, функционирующими в условиях неопределенности, посредством разработки и апробации на примере отдельных предприятий Донецкого региона инструментария оценки качества стратегического управления в контексте достижения предприятием траектории устойчивого развития.

1. Концептуализация понятий «устойчивое развитие» и «стратегическая неопределенность» в контексте стратегического управления промышленными предприятиями

Поставленная цель требует уточнения категориального аппарата исследования.

Вопросам совершенствования категориального аппарата путем трактовки дефиниции «стратегическое управление» посвящены труды ряда отечественных и зарубежных исследователей. Систематизация и выявление ограничений в применении указанных подходов с точки зрения стратегического управления в условиях неопределенности в контексте достижения траектории устойчивого развития, приведенные автором в работе [20], позволили сформировать теоретико-методологический подход к трактовке категории «стратегическое управление». Так, под стратегическим управлением будем понимать проактивное управление пред-

приятием, основанное на реализации его стратегии путем формирования конкурентных преимуществ за счет гибкого реагирования и адаптации к вызовам окружающей среды, ориентации деятельности на запросы потребителей, а также базировании на человеческом капитале, как основе формирования конкурентных преимуществ, нацеленное на достижение траектории устойчивого развития.

Постулируя достижение траектории устойчивого развития в качестве основной цели стратегического управления в условиях неопределенности, актуальность приобретают вопросы концептуализации данной категории.

Указывая на многообразие представленных в научной литературе подходов к определению категории устойчивое развитие, рассмотренных в работе [21], представляется целесообразным их обобщение и формирование единого подхода к трактовке категории устойчивое развитие с точки зрения стратегического управления в условиях неопределенности. Так, в контексте стратегического управления в условиях неопределенности под устойчивым развитием предприятия будем понимать управляемый трансформационный процесс, характеризующий качественные и количественные изменения структуры, и/или траектории поведения системы, и/или внешней среды функционирования, возникающий вследствие нарушения устойчивости, вызванного высокой динамичностью и амплитудой внешних возмущений, а также неопределенностью внешней среды функционирования, переводящих систему из точки стратегического равновесия, характеризующейся соответствием стратегических целей и результатов, в точку бифуркации, позволяющую системе перейти к более высокому уровню организации, повысить эффективность своего функционирования, нарастить потенциал и конкурентные преимущества и, как следствие, достигать стратегических целей более высокого уровня.

Акцентируя внимание на высоком и возрастающем уровне неопределенности, перманентно присутствующей внешней и внутренней среде предприятий Донецкого региона и оказывающей существенное влияние на процесс и эффективность стратегического управления, укажем, что ее игнорирование в процессе формирования инструментария стратегического управления представляется контрпродуктивным.

В то же время, отметим наличие кардинальных отличий в подходах к определению данной категории, отраженных в литературе. В этой связи, акту-

ализируются вопросы формирования авторского теоретико-методологического подхода к трактовке категории «стратегическая неопределенность», в рамках которого под стратегической неопределенностью будем понимать ситуацию, при которой текущее состояние знаний таково, что порядок или природа вещей неизвестны, последствия, степень или масштаб обстоятельств, условий или событий непредсказуемы, и достоверные вероятности возможных результатов реализации стратегических решений не могут быть определены и которая, посредством реализации проактивных стратегий, может привести к получению потенциальных выгод.

2. Формирование подхода к оценке качества стратегического управления в контексте достижения промышленным предприятием траектории устойчивого развития в условиях неопределенности

Анализ подходов к оценке качества стратегического управления предприятиями в контексте достижения ими траектории устойчивого развития, позволил выделить общие для них особенности, приведенные в работе [22], затрудняющие их эффективное применение в процессе стратегического управления предприятием, функционирующим в условиях неопределенности.

В этой связи, был сформирован набор требований и предложен научно-методический подход к оценке качества стратегического управления в контексте достижения устойчивого развития предприятия в условиях неопределенности, представляющий собой формализованный процесс, состоящий из восьми последовательных этапов [22].

В то же время, предложенный в [22] подход ориентирован на цели поддержки принятия управленческих решений в процессе стратегического управления в контексте достижения устойчивого развития в условиях неопределенности и может быть использован при проактивном подходе к управлению. Задача же настоящего исследования состоит не в оценке принимаемых управленческих решений в ответ на прогнозируемое изменение параметров внешней и/или внутренней среды, а в проведении оценки ретроспективы. Таким образом, требования, предъявляемые к подходу, используемому для ретроспективной оценки качества стратегического управления, существенно ниже, что позволяет упростить такой подход до следующих этапов:

1. Констатация определенных ранее стратегических целей в виде набора параметров, их рангов и весовых коэффициентов значимости целевых параметров устойчивого развития.

2. Определение аттрактора как «идеальной» точки, соответствующей указанному выше набору параметров.

3. Сбор фактических значений параметров (из анализа данных отчетности предприятия).

4. Определение расстояния до «идеальной» точки по каждому из целевых параметров в относительном выражении.

5. Интегральная оценка степени достижения устойчивого развития.

6. Оценка траектории движения системы в контексте достижения устойчивого развития.

Подход базируется на авторской методике оценки степени достижения каждой из поставленных стратегических целей устойчивого развития предприятия в условиях неопределенности, представленной в виде определения «расстояния» до достижения такой цели. Это позволяет проводить расчет интегральной оценки степени достижения устойчивого развития предприятия в процентном выражении отдаленности координат текущего положения системы в m -мерном фазовом пространстве от «идеальной» точки. Отметим, что в терминах синергетики совокупность внутренних и внешних условий, способствующих «выбору» системой одного из вариантов устойчивого развития в процессе адаптации; идеальное конечное состояние, к которому стремится система в своем развитии носит название аттрактора [23, с. 29]. Другими словами, аттракторы являются эволюционными целями на соответствующем уровне, к которым стремятся все системы под воздействием изменяющихся во времени факторов [24, с. 22].

Рассматривая качество стратегического управления через призму концепции устойчивого развития, отметим, что трактовка устойчивого развития в соответствии с авторским определением (см. выше), указывает на следующие важные аспекты:

- ♦ устойчивое развитие — динамический трансформационный процесс, что актуализирует анализ не статичных показателей, а траектории движения;
- ♦ устойчивое развитие возникает вследствие нарушения устойчивости, т.е. сохранение параметров системы неизменными свидетельствует об отсутствии устойчивого развития;

♦ устойчивое развитие сопряжено с нарушением стратегического равновесия, т.е. возникает вследствие несоответствия стратегических целей и результатов и представляет собой процесс движения от текущих результатов к стратегическим целям, преодолевая указанный разрыв. При этом достижение поставленных целей предполагает формирование стратегических целей более высокого уровня. Таким образом, система, характеризующаяся устойчивым развитием, перманентно находится в «неидеальном» состоянии;

♦ переход к стратегическим целям более высокого уровня осуществляется в точке бифуркации. При этом, бифуркационные точки могут предполагать ветвление не только на устойчивые, но и на неустойчивые траектории, а также определять переход к целям более низкого уровня и более низкого порядка организации систем, что не соответствует концепции устойчивого развития.

Таким образом, аттрактор, являющийся «точкой притяжения» траекторий, расположенных в его окрестности, может быть отождествлен с «идеальной» точкой при условии устойчивого развития системы. В таких условиях траектория системы будет находиться в постоянном движении в направлении целевых параметров, представляющих собой аттрактор. При этом, следует отметить, что отождествление аттрактора с «идеальной» точкой, соответствующей целевым параметрам системы, целесообразно и становится возможным, на наш взгляд, исключительно при условии рассмотрения ее через призму концепции устойчивого развития.

Подробное описание методики оценки качества стратегического управления в контексте достижения устойчивого развития предприятия приведено в [22].

3. Оценка качества стратегического управления промышленными предприятиями Донецкого региона в контексте достижения ими устойчивого развития

Исходя из ориентации подхода на оценку качества стратегического управления отдельными предприятиями, функционирующими в условиях неопределенности, его применение для оценки качества стратегического управления промышленными предприятиями Донецкого региона предполагает проведение оценки отдельных предприятий сферы промышленности.

В то же время, ставя задачу выявления общих закономерностей и общего уровня эффективности стратегического управления промышленными предприятиями в контексте достижения ими устойчивого развития, представляется целесообразным анализ предприятий, имеющих существенные различия по таким признакам как: отрасль промышленности, организационно-правовая форма, вид и номенклатура выпускаемой продукции, рынок сбыта, удаленность от поставщиков сырья и материалов, размер предприятия, и др. В этой связи, с целью проведения анализа были выбраны следующие промышленные предприятия Донецкого региона: ООО «Научно-производственное объединение «Ясиноватский машиностроительный завод» (ООО «НПО «ЯМЗ»), КП «Макеевский комбинат детского питания «Река молока» (КП «МКДП «Река молока») и ОП «Шахта им. А.А. Скочинского» ГП «Донецкая угольная энергетическая компания» (ОП «Шахта им. А.А. Скочинского» ГП «ДУЭК»).

ООО «НПО «ЯМЗ» является одним из крупнейших в СНГ производителем горнопроходческой техники для угольных шахт, подземных разработок рудников (ураносодержащих, калийных, алмазодержащих и других), оборудования для строительства тоннелей для ж/д транспорта, метро и автодорог [25].

Стратегические цели ООО «НПО «ЯМЗ» определены и лежат в плоскости снижения доли предприятий угледобывающей промышленности в общей структуре потребителей и совокупном росте объемов производства и реализации продукции предприятия.

Стратегическая цель, связанная со снижением доли предприятий угледобывающей промышленности в общей структуре потребителей продукции завода, обусловлена низким уровнем платежеспособного спроса угледобывающих предприятий Донецкого региона и, как следствие, нарастанием дебиторской задолженности. Таким образом, стратегическая цель снижения доли предприятий угледобывающей промышленности, постулируемая системой управления предприятия, является, в большей степени, инструментом снижения уровня дебиторской задолженности.

Стратегическая цель, связанная с наращиванием объемов производства и реализации продукции завода, обусловлена не только стремлением к наращиванию финансового результата, но и неполной загрузкой производственных мощностей (среднегодовая загрузка производственных мощностей составила менее 64%), а также необходимостью обеспечения

ритмичности производства, отсутствия простоя.

Таким образом, набор параметров для оценки степени достижения стратегических целей может быть сведен к следующему: удельный вес реализации товаров и услуг для угледобывающих предприятий в общем объеме реализации товаров и услуг; уровень дебиторской задолженности; объем производства и реализации товаров и услуг в целом; финансовый результат деятельности; уровень загрузки производственных мощностей.

В то же время, несмотря на определенность стратегических целей и набора параметров для их регулирования в ООО «НПО «ЯМЗ», ранжирование и выделение наиболее приоритетных целей произведено не было. Как следствие, весовые коэффициенты показателей также не были определены на этапе формирования стратегических целей. Это актуализирует вопросы определения весовых коэффициентов на этапе проведения оценки качества стратегического управления.

Определение весовых коэффициентов было проведено с использованием метода экспертных оценок. Анкета для проведения опроса приведена в *таблице 1*, опрос проводился с использованием метода непосредственного балльного оценивания по шкале от 0 до 10. Выбор метода обусловлен его простотой и экономией времени экспертов, в роли которых выступали менеджеры высшего звена ООО «НПО «ЯМЗ».

Использование метода экспертных оценок позволяет оценить согласованность менеджеров относительно приоритетности стратегических целей. Для этого используется коэффициент конкордации [26]:

$$W = \frac{12 \sum_{j=1}^m d_j^2}{n^2 \cdot (m^3 - m) - n \cdot \sum_{i=1}^n T_i}, \quad (1)$$

$$d_j = S_j - \bar{S}, \quad (2)$$

$$\bar{S} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m S_j, \quad (3)$$

$$T_i = \sum_{l=1}^k (t_{li}^3 - t_{li}), \quad (4)$$

где W – коэффициент конкордации;

d_j – отклонение суммы рангов оценок, полученных j -м элементом, от среднего арифметического сумм рангов оценок, полученных всеми элементами;

m – количество элементов для оценки;
 n – количество экспертов, проводящих оценку;
 i – порядковый номер эксперта;
 j – порядковый номер оцениваемого элемента;
 T_i – связанные (равные) ранги оценок, назначенных i -м экспертом;
 l – индекс группы равных рангов ($l = 1, \dots, k$);
 t_l – количество равных рангов в l -й группе;
 $\bar{S}$ – среднее арифметическое сумм рангов оценок, полученных всеми элементами;
 S_j – сумма рангов оценок, полученных j -м элементом.

Несмотря на высокую согласованность мнений экспертов, оцененную с использованием коэффициента конкордации, отметим нетождественность выставленных ими оценок, что говорит о наличии неоднозначности трактовки степени значимости и приоритетности достижения тех или иных целей. В такой ситуации может возникнуть рассогласованность действий менеджеров, что приведет к общему снижению качества стратегического управления. Указанное служит подтверждением тезиса автора о необходимости ранжирования целей и определения весовых коэффициентов на этапе формулирования стратегических целей.

Итоговые весовые коэффициенты, полученные в результате интерпретации оценок, полученных методом усреднения экспертных суждений, приведены в *таблице 2*.

Таким образом, из *таблицы 2* можно сделать вывод, что наиболее значимыми целями являются увеличение прибыли предприятия и сокращение уровня дебиторской задолженности. Высокая значимость цели, направленной на сокращение уровня дебиторской задолженности обусловлена существенным ее значением, среднегодовая величина которого за анализируемый период колебалась в пределах 7,1–26,4% от годового объема выручки предприятия. Высокий уровень значимости цели, связанной с сокращением доли предприятий угледобывающей промышленности в общей структуре потребителей продукции завода, обусловлен стремлением сократить уровень неопределенности, т.к. по оценкам системы управления предприятия уровень неопределенности во взаимоотношениях со стейкхолдерами на этом рынке существенно выше.

Оценив значимость стратегических целей и имея набор целевых показателей, может быть определен аттрактор. А пользуясь данными финансовой

Таблица 1.

Форма анкеты для проведения опроса

№ п/п	Стратегические цели, поставленные руководством ООО «НПО «ЯМЗ»	Показатель для оценки степени достижения стратегической цели	Оценка значимости показателя (по 10-бальной шкале*)
1	Сокращение доли предприятий угледобывающей промышленности в общей структуре потребителей продукции завода	Удельный вес реализации товаров и услуг для угледобывающих предприятий в общем объеме реализации товаров и услуг	
2	Сокращение уровня дебиторской задолженности	Уровень дебиторской задолженности	
3	Увеличение объемов производства и реализации продукции предприятия	Объем производства товаров и услуг Объем реализации товаров и услуг	
4	Увеличение прибыли предприятия	Финансовый результат деятельности	
5	Увеличение уровня загрузки производственных мощностей	Уровень загрузки производственных мощностей	

* 0 – показатель абсолютно не значим;

10 – значимость показателя с точки зрения оценки степени достижения стратегических целей предприятия максимальная.

Таблица 2.

**Определение значимости целевых параметров устойчивого развития
ООО «НПО «ЯМЗ» через набор весовых коэффициентов**

№ п/п	Стратегическая цель предприятия	Показатель для оценки степени достижения стратегической цели	Обозначение целевого результирующего показателя	Весовой коэффициент
1	Увеличение прибыли предприятия	Финансовый результат деятельности	a_1	0,28
2	Сокращение уровня дебиторской задолженности	Уровень дебиторской задолженности	a_2	0,20
3	Сокращение доли предприятий угледобывающей промышленности в общей структуре потребителей продукции	Удельный вес реализации товаров и услуг для угледобывающих предприятий в общем объеме реализации товаров и услуг	a_3	0,18
4	Увеличение объемов производства и реализации продукции предприятия	Объем производства товаров и услуг	a_4	0,12
		Объем реализации товаров и услуг	a_5	0,12
5	Увеличение уровня загрузки производственных мощностей	Уровень загрузки производственных мощностей	a_6	0,10

и управленческой отчетности предприятия может быть проведен сбор фактических значений параметров. На основании указанных данных произведен расчет расстояния до «идеальной» точки по каждому из целевых параметров в относительном выражении, графическое представление которых по месяцам за 4 года (48 месяцев) приведено на *рисунках 1–6*.

Рисунки 1–6 отражают степень достижения ключевых стратегических целей предприятия в динамике. При этом, увеличение расстояний между целевым и фактическим значением результирующих параметров свидетельствует об отдалении от стратегической цели, а сокращение – о приближении к ее достижению.

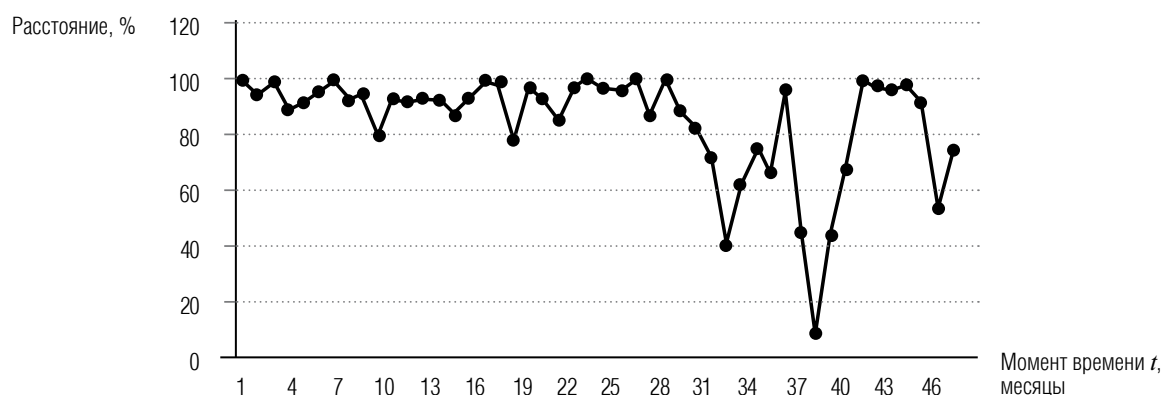


Рис. 1. Расстояние между целевым и фактическим значением результирующего параметра a_1 в момент времени t .

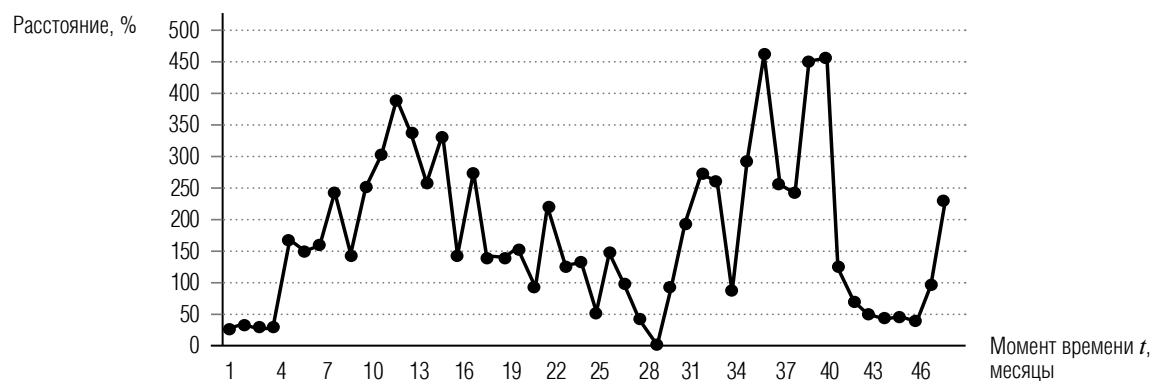


Рис. 2. Расстояние между целевым и фактическим значением результирующего параметра a_2 в момент времени t .

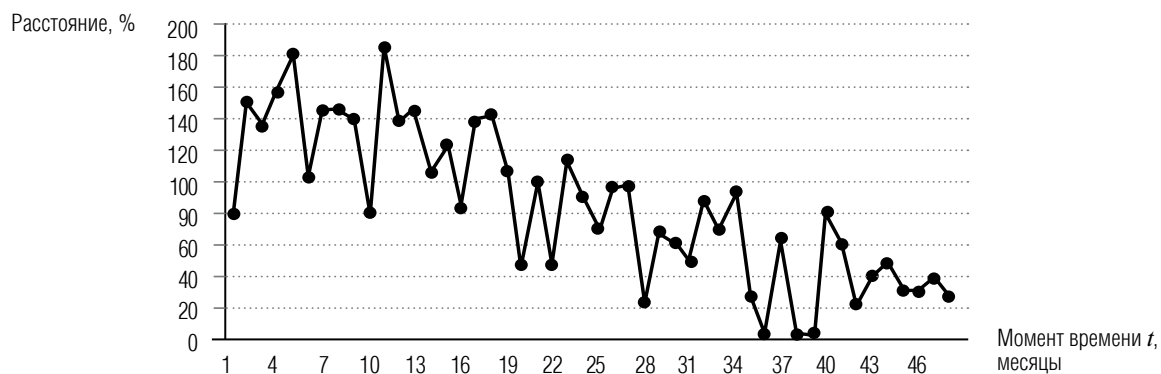


Рис. 3. Расстояние между целевым и фактическим значением результирующего параметра a_3 в момент времени t .

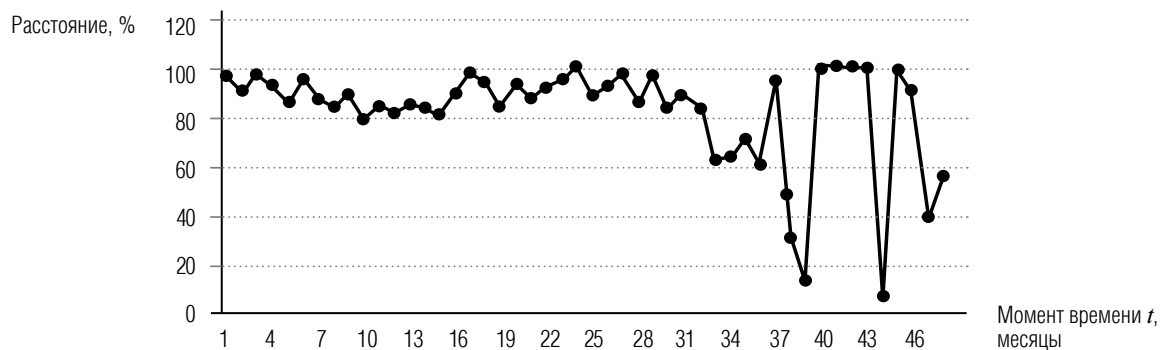


Рис. 4. Расстояние между целевым и фактическим значением результирующего параметра a_4 в момент времени t .

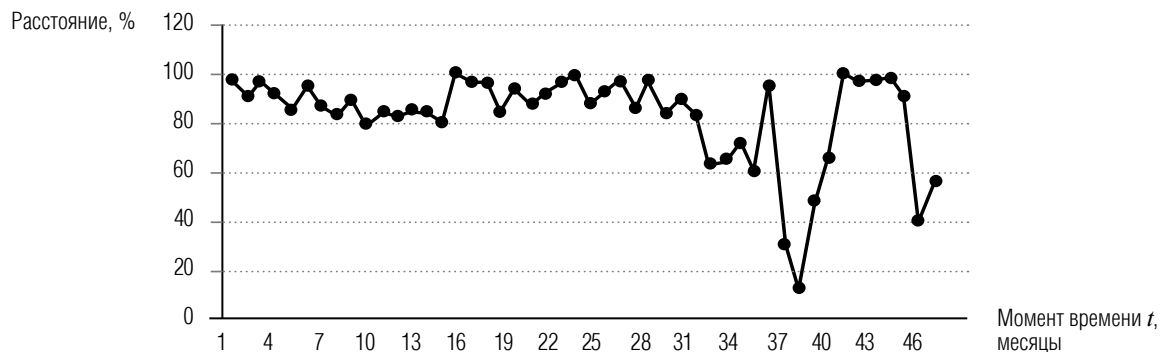


Рис. 5. Расстояние между целевым и фактическим значением результирующего параметра a_5 в момент времени t .

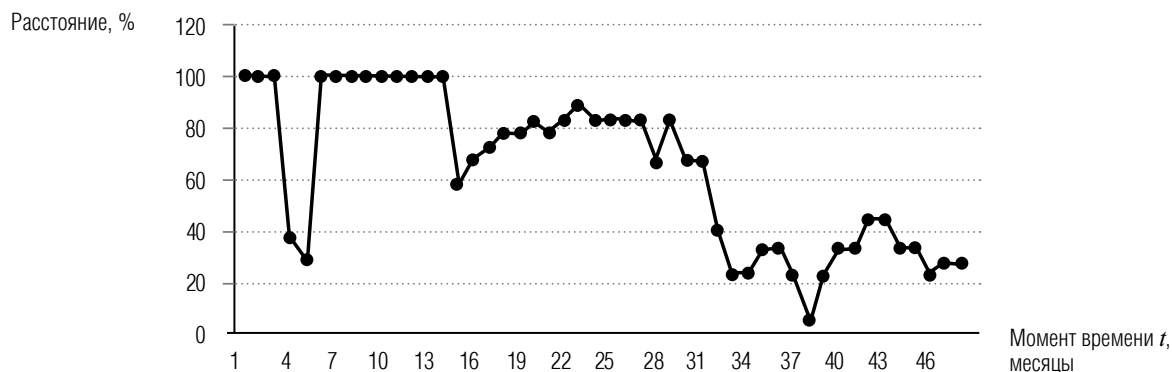


Рис. 6. Расстояние между целевым и фактическим значением результирующего параметра a_6 в момент времени t .

Как видно из рисунков 1–6, траектории движения к стратегическим целям носят скачкообразный колебательный характер, что может быть вызвано проявлением сезонности и нарушением ритмичности производства. В этой связи, интерес представляет анализ траектории движения к аттрактору в разрезе динамики по годам.

Исходя из особенностей предложенного подхода к оценке качества стратегического управления в контексте достижения устойчивого развития предприятия, предполагающего расчет расстояния до «идеальной» точки по каждому из целевых параметров, стратегические цели могут быть пред-

ставлены как сокращение такого расстояния, т.е. минимизация разрыва между целевыми значениями параметров и фактическими. В таком случае, можно говорить, что аттрактор m -мерного фазового пространства, иллюстрирующий наименьшее расстояние между целевыми значениями параметров и фактическими, находится в начале координат (рис. 7).

Для ООО «НПО «ЯМЗ», оценка качества стратегического управления которым проводится по шести результирующим параметрам, аттрактор шестимерного фазового пространства имеет координаты $(0; 0; 0; 0; 0; 0)$.

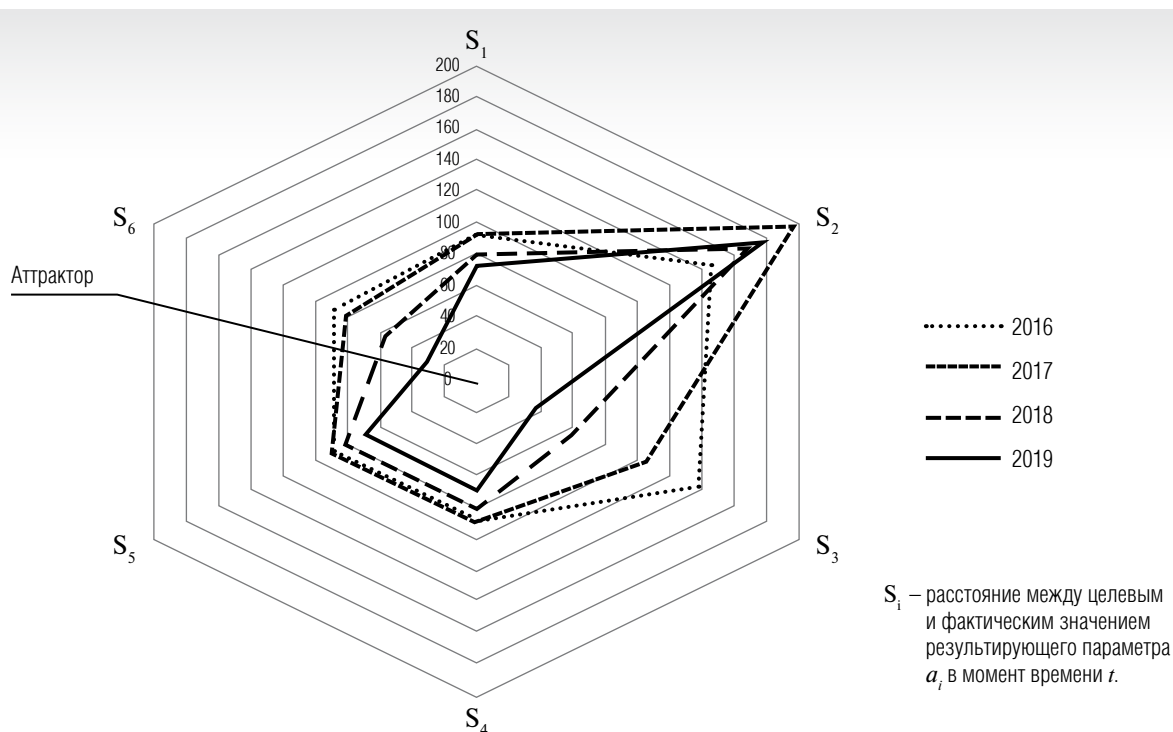


Рис. 7. Аттрактор и траектории достижения стратегических целей ООО «НПО «ЯМЗ» в шестимерном фазовом пространстве.

Как видно на *рисунке 7*, общая тенденция по пяти результирующим параметрам состоит в сокращении расстояния до аттрактора, а тенденция по результирующему параметру a_2 не носит устойчивого движения в направлении аттрактора. Таким образом, без проведения дополнительных расчетов интегральной оценки степени достижения устойчивого развития, однозначный ответ относительно направления траектории на данном этапе не может быть дан.

В этой связи интерес и практическую ценность приобретает расчет интегральной оценки степени достижения устойчивого развития ООО «НПО «ЯМЗ». Графическая иллюстрация динамики такой оценки приведена на *рисунке 8*.

Таким образом, как видно из *рисунка 8*, в 2017 г. по сравнению с 2016 г. произошло увеличение интегральной оценки, что свидетельствует об увеличении расстояния (т.е. отдалении) от «идеальной» точки. В последующие 2018–2019 гг. ООО «НПО «ЯМЗ» сократило расстояние до аттрактора более, чем на 30%.

Оценив степень и проанализировав траекторию движения в контексте достижения устойчивого развития ООО «НПО «ЯМЗ», интерес представляет проведение аналогичных оценки и анализа для других промышленных предприятий региона, функционирующих в условиях неопределенности.

Графическая иллюстрация результатов оценки и анализа степени достижения устойчивого развития КП «МКДП «Река молока» в четырехмерном фазовом пространстве, представленном в виде лепестковой диаграммы, приведена на *рис. 9*.

Как видно из *рисунка 9*, иллюстрирующего аттрактор и траектории достижения стратегических целей, на протяжении с 2015 по 2020 гг. наблюдалось как сокращение расстояния до достижения целевых значений параметров КП «МКДП «Река молока», так и увеличение такого расстояния по всем оцениваемым результирующим параметрам.

Графическая иллюстрация результатов оценки и анализа степени достижения устойчивого развития ОП «Шахта им. А.А. Скочинского» ГП «ДУЭК» в четырехмерном фазовом пространстве, представленном в виде лепестковой диаграммы, приведена на *рис. 10*.

Как видно из *рисунка 10*, динамика фактических результатов деятельности в период с 2016 по 2018 гг. не претерпевала значительных изменений. В 2019–2020 гг. фактические значения результирующих показателей значительно удалились от целевых, увеличив расстояние до аттрактора. В 2021 г. произошло качественное изменение траектории, в результате чего расстояние до аттрактора сократилось.

Тенденции, нашедшие отражение в динамике отдельных результирующих параметров, закономерно нашли отражение и в динамике интегральной оценки степени достижения устойчивого развития КП «МКДП «Река молока» и ОП «Шахта им. А.А. Скочинского» ГП «ДУЭК» (*рис. 11–12*).

Таким образом, в рамках настоящего исследования была проведена оценка качества стратегического управления промышленными предприятиями Донецкого региона в контексте достижения ими устойчивого развития, основывающаяся на

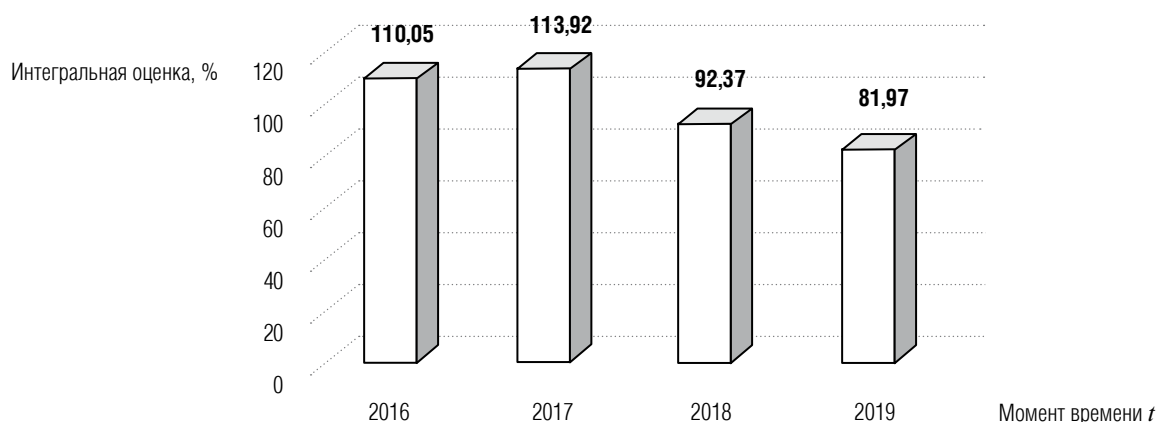


Рис. 8. Интегральная оценка степени достижения устойчивого развития ООО «НПО «ЯМЗ» в условиях неопределенности в момент времени t .

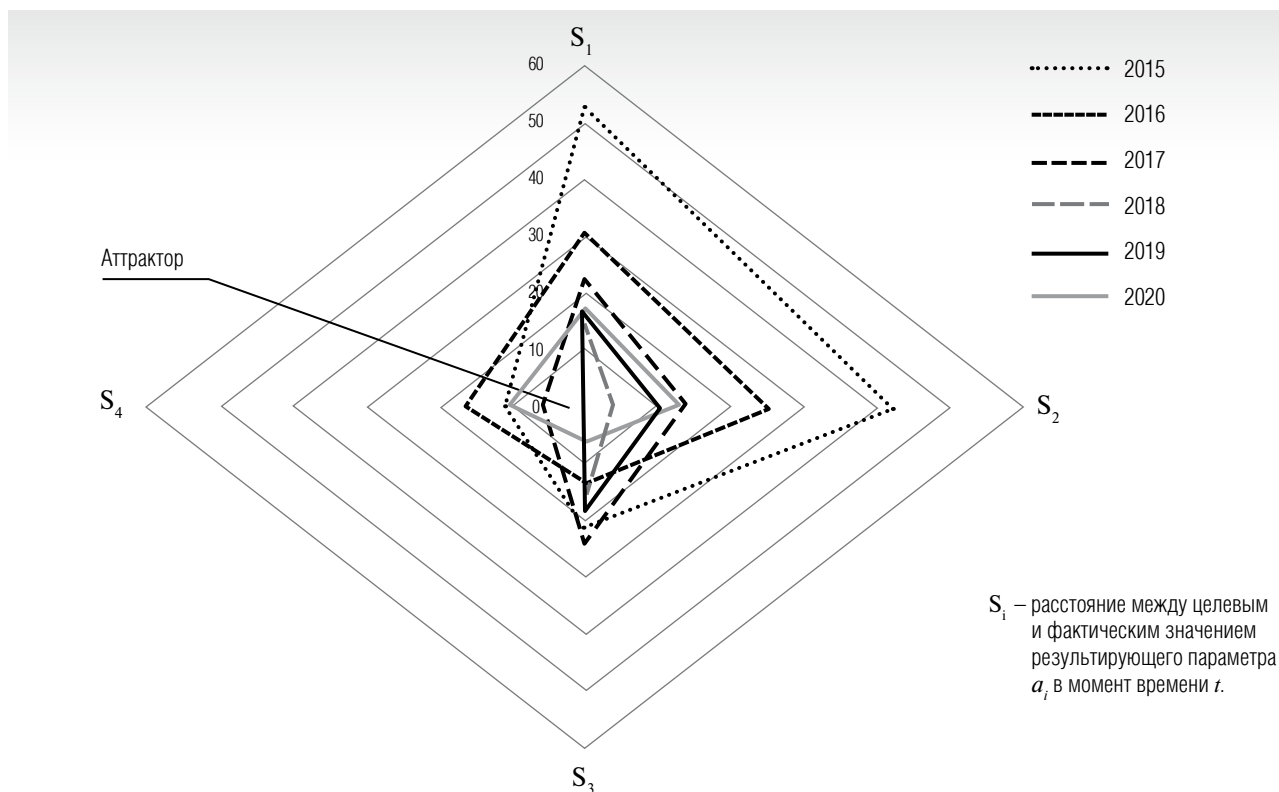


Рис. 9. Аттрактор и траектории достижения стратегических целей КП «МКДП «Река молока» в четырехмерном фазовом пространстве.

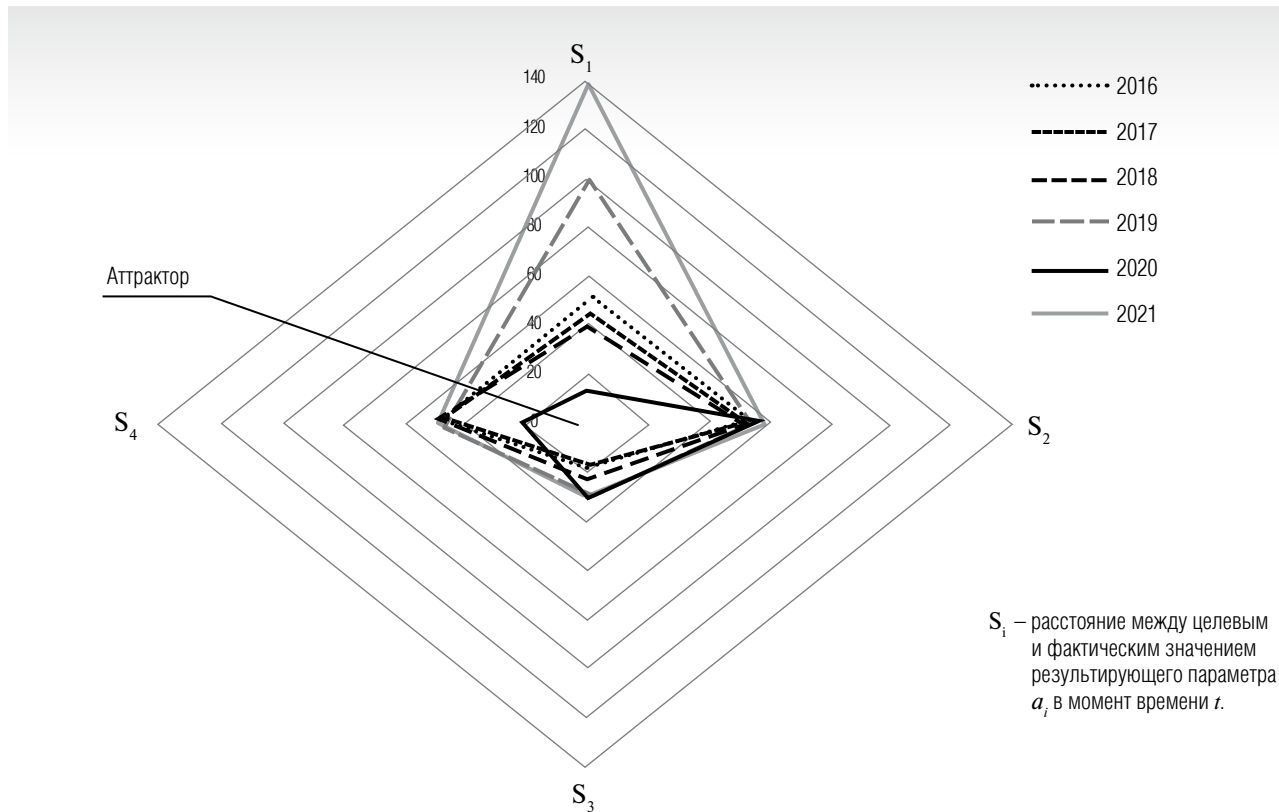


Рис. 10. Аттрактор и траектории достижения стратегических целей ОП «Шахта им. А.А. Скочинского» ГП «ДУЭК» в четырехмерном фазовом пространстве.

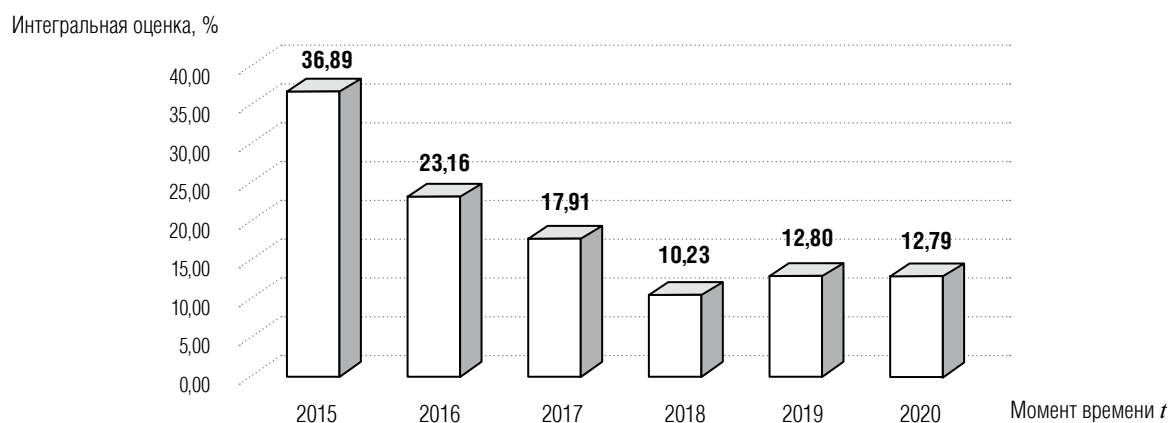


Рис. 11. Интегральная оценка степени достижения устойчивого развития КП «МКДП «Река молока» в условиях неопределенности в момент времени t .

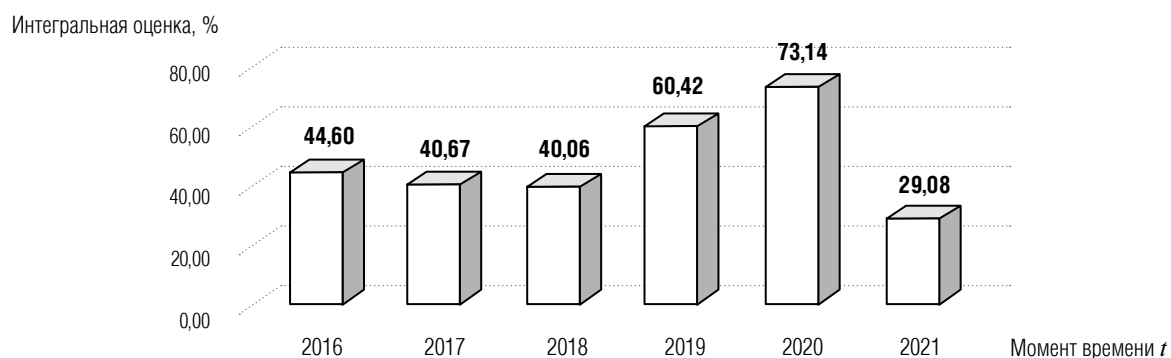


Рис. 12. Интегральная оценка степени достижения устойчивого развития ОП «Шахта им. А.А. Скочинского» ГП «ДУЭК» в условиях неопределенности в момент времени t .

авторском подходе к проведению такой оценки. В результате установлено, что интегральный показатель оценки степени достижения устойчивого развития всех анализируемых предприятий не имел однозначной и однонаправленной тенденции к сокращению, т.е. нет возможности сделать вывод о наличии устойчивой тенденции движения к аттрактору за весь анализируемый период ни по одному из анализируемых предприятий.

Заключение

Таким образом, в ходе исследования была поставлена и решена актуальная задача, состоящая в повышении качества стратегического управления промышленными предприятиями, функционирующими в условиях неопределенности, посредством разработки и апробации на примере отдельных предприятий Донецкого региона инструментария оценки качества стратегического управления

в контексте достижения предприятием траектории устойчивого развития, а именно:

- ♦ проведена концептуализация понятий и предложены авторские подходы к трактовке категорий «стратегическое управление», «устойчивое развитие» и «стратегическая неопределенность»;
- ♦ предложен научно-методический подход к оценке качества стратегического управления в контексте достижения устойчивого развития предприятия в условиях неопределенности, нацеленный на проведение ретроспективной оценки;
- ♦ проведена апробация оценки качества стратегического управления в контексте достижения устойчивого развития предприятия в условиях неопределенности на примере промышленных предприятий Донецкого региона.

В качестве направлений дальнейших исследований можно указать формирование системы под-

держки принятия стратегических решений и математического инструментария, составляющего ее модельный базис. Отмечая, что вопросы повышения качества стратегического управления путем формирования инструментального и модельного базиса

поддержки управленческих решений нашли отражение в научной литературе (например, [27–30]), укажем, что они не соответствуют авторскому подходу к оценке качества стратегического управления, что актуализирует их дальнейшую разработку. ■

Литература

1. Самуэльсон П.Э., Нордхаус В.Д. Экономика: пер. с англ. М.: Вильямс, 2018.
2. Бобылев С.Н. Индикаторы устойчивого развития: региональное измерение. М.: Акрополь, 2007.
3. Горшенина Е.В., Хомяченкова Н.А. Мониторинг устойчивого развития промышленного предприятия // Российское предпринимательство. 2011. Т. 12. № 1–2. С. 63–67.
4. Зенкина Е. В. Современные подходы к оценке устойчивого развития стран // Вестник РГГУ. Серия «Экономика. Управление. Право». 2021. № 2. С. 111–125. <https://doi.org/10.28995/2073-6304-2021-2-111-125>
5. Киселева Н.Н. Устойчивое развитие социально-экономической системы региона: методология исследования, модели, управление. Автореф. дисс. ... д-ра экон. наук. Ростов-на-Дону, 2008.
6. Корчагина Е.В. Методы оценки устойчивого развития региональных социально-экономических систем // Проблемы современной экономики. 2012. № 1. С. 67–71.
7. Сопилко Н.Ю., Савукова М.О. Социо-эколого-экономическая система в контексте устойчивого развития мегаполиса // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2012. № 1. С. 78–83.
8. Третьякова Е.А. Россия и Беларусь: динамический взгляд на устойчивое развитие // Вестник ПГУ. Серия: Экономика. 2014. № 3. С. 29–41.
9. Ускова Т.В. Теория и методология управления устойчивым социально-экономическим развитием региона: Автореф. дисс. ... д-ра экон. наук. Вологда, 2010.
10. Аверина О.И., Гудкова Д.Д. Анализ и оценка устойчивого развития предприятия // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 1–3. С. 10–19.
11. Бегун Т.В. Методика оценки устойчивого развития градообразующего предприятия // Проблемы современной экономики. 2015. Т. 56. № 4. С. 358–361.
12. Светульников С.Г., Смолькин В.П. Подход к оценке устойчивого развития промышленного предприятия // Актуальные проблемы экономики и права. 2014. Т. 30. № 2. С. 89–94.
13. Соломка А.В. Методика интегральной оценки устойчивого развития предприятия // Экономинфо. 2005. № 4. С. 3–7.
14. Титова Н.А., Колочева В.В. Комплексная оценка устойчивого развития предприятий за счет их экологизации // Практический маркетинг. 2015. № 12. С. 7–15.
15. Гуськова Н.Д., Ерастова А.В., Никитина Д.В. Стратегическое управление устойчивым развитием предприятий малого бизнеса // Регионология. 2021. Т. 29. № 2. С. 306–327. <https://doi.org/10.15507/2413-1407.115.029.202102.306-327>
16. Соловьева М.В., Смирнова И.Л. Некоторые подходы к оценке устойчивого развития предприятия // Вестник ВУиТ. 2020. Т. 2. № 1. С. 219–226.
17. Хомяченкова Н.А. Современные аспекты мониторинга устойчивого развития промышленного предприятия: методика и практика // Экономические исследования. 2010. № 2.
18. Колосова Т.В. Комплексная оценка показателей устойчивого развития промышленного предприятия // Экономика и управление в XXI веке: тенденции развития. 2014. № 19. С. 74–79.
19. Трубицков С.В., Бородуля Е.Б. Оценка устойчивого развития промышленного предприятия в современных условиях // Научные ведомости БелГУ. Серия: Экономика. Информатика. 2011. Т. 17. № 1. С. 73–80.
20. Мызникова М.А. К вопросу трактовки дефиниции «Стратегическое управление» // Развитие социально-экономических систем в условиях цифровизации: новые вызовы и траектории: Материалы I Международной научно-практической конференции. Тамбов: ТГТУ, 2019. С. 216–220.
21. Мызникова М.А. Мультидисциплинарный подход к формированию категориального аппарата и признаков классификации видов стратегического управления в контексте устойчивого развития // Вестник Института экономических исследований. 2021. № 4. С. 14–20.
22. Мызникова М.А. Формирование научно-методического подхода к оценке качества стратегического управления в контексте достижения устойчивого развития предприятия // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. 2021. № 4. С. 219–226.
23. Пляцук Л.Д. Синергетика: нелинейные процессы в экологии. Сумы: Сумской государственный университет, 2016.

24. Терехов С. В. Введение в синергетику. Донецк: Цифровая типография, 2009.
25. ООО «Научно-производственное объединение «Ясиноватский машиностроительный завод»: официальный сайт. [Электронный ресурс]: <http://www.ymz-ltd.com/about.html> (дата обращения 15.07.2022).
26. Кендэл М. Ранговые корреляции. М.: Статистика, 1975.
27. Акопов А.С. Системно-динамическое моделирование стратегии банковской группы // Бизнес-информатика. 2012. № 2(20). С. 10–19.
28. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Бекларян Г.Л., Акопов А.С. Цифровой завод: методы дискретно-событийного моделирования и оптимизации производственных характеристик // Бизнес-информатика. 2021. Т. 15. № 2. С. 7–20. <http://doi.org/10.17323/2587-814X.2021.2.7.20>
29. Богданова Т.К., Жукова Л.В. Информационно-логическая модель экспресс-анализа соответствия состояния предприятия, удовлетворяющего нормативам и регламентам, на основе общедоступных данных // Бизнес-информатика. 2022. Т. 16. № 1. С. 42–55. <http://doi.org/10.17323/2587-814X.2022.1.42.55>
30. Исаев Д.В. Мониторинг и планирование развития систем информационной поддержки корпоративного управления и стратегического менеджмента // Бизнес-информатика. 2012. № 3(21). С. 63–69.

Об авторе

Мызникова Мария Александровна

кандидат экономических наук;

старший научный сотрудник отдела моделирования экономических систем, ГБУ «Институт экономических исследований», ДНР, 283048, г. Донецк, ул. Университетская, 77;

E-mail: maryalex.myz@gmail.com

ORCID: 0000-0002-7538-6513

Quality of strategic management under ambiguity: Assessment within the framework of sustainable development

Mariya A. Myznikova

E-mail: maryalex.myz@gmail.com

State Institution “Economic Research Institute”

Address: 77, Universitetskaya Street, Donetsk 283048, DPR

Abstract

Amidst a high and increasing level of ambiguity, the quality of strategic management when ensuring the achievement by an enterprise of a sustainable development trajectory becomes particularly important. The issues of formation and efficient implementation of the strategic management mechanism bring into focus the task of finding tools for assessing the quality of strategic management. Meanwhile, the agenda of developing the tools to assess the quality of strategic management of an enterprise from the standpoint of achieving a sustainable development

trajectory under ambiguity remains poorly understood. In this regard, the purpose of this study is to improve the quality of strategic management of industrial enterprises operating under uncertainty by developing and testing on the example of individual enterprises of the Donetsk region a toolkit for assessing the quality of strategic management in the context of an enterprise achieving a sustainable development trajectory. To reach this goal, this study uses a synthesis of systemic, cybernetic and synergetic approaches. For this purpose, within the framework of the study, a conceptualization of the main notions was carried out and theoretical and methodological approaches to the interpretation of the notions of “strategic management,” “sustainable development” and “strategic uncertainty” were proposed. Based on the author’s approaches to the interpretation of the main notions, it was suggested to assess the quality of strategic management in terms of the goal of such management, which is to achieve a sustainable development trajectory. Using the author’s approach, an assessment was made of the quality of strategic management of industrial enterprises in the Donetsk region in the context of their achievement of sustainable development. Approbation of the proposed tools led to the conclusion that the integral assessment indicator for all analyzed enterprises did not have an unambiguous and unidirectional downward trend. The foregoing indicates the absence of a stable trend towards the attractor for the analyzed period for all the enterprises in question, which makes highly topical the search for reserves to increase the efficiency of strategic management of industrial enterprises in the Donetsk region, which constitute the prospect for further research.

Keywords: strategic management, ambiguity, uncertainty, sustainable development, assessment, attractor, bifurcation point, industrial enterprise

Citation: Myznikova M.A. (2022) Quality of strategic management under ambiguity: Assessment within the framework of sustainable development. *Business Informatics*, vol. 16, no. 3, pp. 36–52. DOI: 10.17323/2587-814X.2022.3.36.52

References

1. Samuelson P., Nordhaus W. (2018) *Economics*. Moscow: Williams (in Russian).
2. Bobylev S.N. (2007) *Indicators of sustainable development: Regional dimension*. Moscow: Akropolis (in Russian).
3. Gorshenina E.V., Khomyachenkova N.A. (2011) Monitoring sustainable development of industrial enterprises. *Rossiyskoe predprinimatelstvo*, vol. 12, no. 1–2, pp. 63–67 (in Russian).
4. Zenkina E.V. (2021) Modern approaches to the countries sustainable development. *RSUH/RGGU Bulletin. Series Economics. Management*. Law, no. 2, pp. 111–125 (in Russian). <https://doi.org/10.28995/2073-6304-2021-2-111-125>
5. Kiseleva N.N. (2008) *Sustainable development of the socio-economic system of the region: research methodology, models, management*. Rostov-on-Don (in Russian).
6. Korchagina E.V. (2012) Methods of assessing the sustainable development of regional socio-economic systems. *Problems of modern economics*, no. 1, pp. 67–71 (in Russian).
7. Sopilko N.U., Savukova M.O. (2012) Socio-ecological-economic system in the sustainable development megapolis. *RUDN Journal of Engineering Research (Vestnik Rossiiskogo Universiteta Druzby Narodov. Seriya: Inzhenernye issledovaniya)*, no. 1, pp. 78–83 (in Russian).
8. Tretyakova E.A. (2014) Russia and Belarus: a dynamic view of sustainable development. *Perm University Herald. Economy*, no. 3, pp. 29–41 (in Russian).
9. Uskova T.V. (2010) *Theory and methodology of management of sustainable socio-economic development of the region*. Vologda (in Russian).
10. Averina O.I., Gudkova D.D. (2016) Analysis and evaluation of sustainable development of the enterprise. *Actual problems of humanities and natural sciences*, no. 1–3, pp. 10–19 (in Russian).
11. Begun T.V. (2015) Sustainable development of city-forming enterprises: methodology of evaluation. *Problems of Modern Economics*, vol. 56, no. 4, pp. 358–361 (in Russian).
12. Svetun'kov S. G., Smol'kin V.P. (2014) Approach to the assessment of the industrial enterprise sustainable development. *Actual Problems of Economics and Law (Aktual'niye problemy ekonomiki i prava)*, vol. 30, no. 2, pp. 89–94 (in Russian).
13. Solomka A.V. (2005) Methodology of integrated assessment of sustainable development of the enterprise. *Econoinfo*, no. 4, pp. 3–7 (in Russian).
14. Titova N.A., Kolocheva V.V. (2015) Complex assessment of sustainable development of enterprises through greening. *Practical Marketing*, no. 12, pp. 7–15 (in Russian).

15. Guskova N.D., Erastova A.V., Nikitina D.V. (2021) Strategic management of sustainable development of small businesses enterprises. *Regionology*, vol. 29, no. 2, pp. 306–327 (in Russian). <https://doi.org/10.15507/2413-1407.115.029.202102.306-327>
16. Soloveva M.V., Smirnova I.L. (2020) Some approaches to assessing the sustainable development of an enterprise. *Vestnik of the VUiT*, vol. 2, no. 1, pp. 219–226 (in Russian).
17. Homyachenkova N.A. (2010) Modern aspects of monitoring the sustainable development of an industrial enterprise: methodology and practice. *Economic research*, no. 2 (in Russian).
18. Kolosova T.V. (2014) Comprehensive assessment of indicators of sustainable development of an industrial enterprise. *Economics and management in the XXI century: development trends* (electronic journal), no. 19, pp. 74–79 (in Russian).
19. Trubickov S.V., Borodulya E.B. (2011) Assessment of the sustainable development of an industrial enterprise in modern conditions. *Belgorod State University Scientific bulletin. Economics. Information Technologies*, vol. 17, no. 1, pp. 73–80 (in Russian).
20. Myznikova M.A. (2019) On the issue of interpreting the definition of “Strategic management”. Proceedings of the *I International Scientific and Practical Conference «Development of socio-economic systems in the context of digitalization: new challenges and trajectories»*, Tambov, November 21–22 2019, pp. 216–220 (in Russian).
21. Myznikova M.A. (2021) Multidisciplinary approach to the formation of a categorical apparatus and signs of classification of types of strategic management in the context of sustainable development. *Bulletin of the Institute of Economic Research*, no. 4, pp. 14–20 (in Russian).
22. Myznikova M.A. (2021) Formation of a scientific and methodological approach to assessing the quality of strategic management in the context of achieving sustainable enterprise development. *Bulletin of the Donetsk National University. Series C. Economics and Law*, no. 4, pp. 219–226 (in Russian).
23. Plyacuk L.D. (2016) *Synergetics: non-linear processes in ecology: monograph*. Sumy: Sumy State University (in Russian).
24. Terekhov S.V. (2009) Introduction to synergetics. Donetsk: Digital Printing House (in Russian).
25. LLC Research and production Association Yasinovataya machine-building plant (2022) Official website. Available at: <http://www.ymz-ltd.com/abouten.html> (accessed 15 July 2022).
26. Kendall M. (1975) Rank correlation method. Moscow: Statistics (in Russian).
27. Akopov A.S. (2012) System dynamics modeling of banking group strategy. *Business Informatics*, no. 2(20), pp. 10–19 (in Russian).
28. Makarov V.L., Bahtizin A.R., Beklaryan G.L., Akopov A.S. (2021) Digital plant: methods of discrete-event modeling and optimization of production characteristics. *Business Informatics*, vol. 15, no. 2, pp. 7–20. <http://doi.org/10.17323/2587-814X.2021.2.7.20>
29. Bogdanova T.K., Zhukova L.V. (2022) Information-logical model of express analysis of the state of the enterprise that meets the requirements of standards and regulations, based on publicly available data. *Business Informatics*, vol. 16, no. 1, pp. 42–55. <http://doi.org/10.17323/2587-814X.2022.1.42.55>
30. Isaev D.V. (2012) Monitoring and planning of development of information support systems for corporate governance and strategic management. *Business Informatics*, no. 3(21), pp. 63–69 (in Russian).

About the author

Mariya A. Myznikova

Cand. Sci. (Econ.);

Senior Research Associate of the Economic Systems Modeling Department, State Institution “Economic Research Institute”, 77, Universitetskaya Street, Donetsk 283048, DPR;

E-mail: maryalex.myz@gmail.com

ORCID: 0000-0002-7538-6513

Укрупненная имитационная модель динамики туристической отрасли*

А.М. Гинцяк 

E-mail: aleksei.gintciak@spbpu.com

М.В. Болсуновская 

E-mail: marina.bolsunovskaia@spbpu.com

Ж.В. Бурлуцкая 

E-mail: zhanna.burlutskaya@spbpu.com

А.А. Петряева 

E-mail: alexandra.petryaeva@spbpu.com

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)

Адрес: Россия, 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29

Аннотация

Статья посвящена разработке укрупненной имитационной модели динамики туристической отрасли. Целью исследования является формирование рекомендаций по восстановлению туристической отрасли от последствий пандемии. Полученная модель рассматривает внутренний туризм с точки зрения взаимозависимости экономического состояния государства, вклада индустрии туризма в валовый внутренний продукт, размера туристического потока и среднего дохода на одного туриста. В дополнение к описанию функциональных зависимостей элементов модели предлагаются последовательные эксперименты для проверки логики взаимосвязей элементов. Для разработки модели используются инструменты системной динамики. В исследовании также рассматривается класс вычислительных моделей общего равновесия (computable general equilibrium) как инструмент анализа спроса и предложения на рынке туристических продуктов.

Ключевые слова: системная динамика, имитационное моделирование, туризм, модель внутреннего туризма, экономика

Цитирование: Гинцяк А.М., Болсуновская М.В., Бурлуцкая Ж.В., Петряева А.А. Укрупненная имитационная модель динамики туристической отрасли // Бизнес-информатика. 2022. Т. 16. № 3. С. 53–67. DOI: 10.17323/2587-814X.2022.3.53.67

* Статья опубликована при поддержке Программы НИУ ВШЭ «Университетское партнерство»

Введение

Последние два года мы живем в условиях неблагоприятной эпидемиологической ситуации. Пандемия нанесла существенный удар как по здоровью населения, так и по экономике стран [1–3]. Крупнейшие рейтинговые агентства ежемесячно обновляют отчеты с оценкой потерь национальных экономик. Особенно пострадали страны с «формирующимися» экономиками [1] и высокими долговыми нагрузками. В докладе ООН от 25 января 2021 года указывается, что в 2020 году мировая экономика потеряла около 5%, что значительно превышает последствия финансового кризиса 2009 года [2]. ООН призывает к совместному финансированию отдельных отраслей со стороны государств для восстановления экономики. Наиболее пострадавшей отраслью, нуждающейся в поддержке, является отрасль туризма [4].

Индустрия туризма является жизненно важной частью экономики стран, в среднем на нее приходится 5–15% валового внутреннего продукта (ВВП) только для развитых стран и более 40% для отдельных государств. Роль туризма в благосостоянии населения раскрывается через миллионы рабочих мест и предприятий. Туризм также является движущей силой в защите природного и культурного наследия, являясь дополнительным источником финансирования. Более того, исследователи отмечают, что экономический рост напрямую связан с развитием туристической инфраструктуры, которая в некоторых случаях может служить инструментом преодоления экономического кризиса [5].

Учитывая все новые волны заболеваемости, восстановление туристического сектора должно начинаться с развития внутреннего туризма. Эта стратегия обеспечит снижение риска заболеваемости граждан, повысит инвестиционную привлекательность страны для иностранных инвестиций, а также будет стимулировать развитие предпринимательской деятельности не только в основных городах, но и по всей стране [6].

Однако неконтролируемое развитие индустрии туризма в пределах одной страны может привести к резкому дисбалансу денежных потоков между регионами, истощению ресурсов, монополизации отдельных предприятий и ухудшению состояния исторических объектов [7, 8]. Каждый регион по-своему уникален, и необходимо оказывать инвестиционную поддержку в соответствии с их особенностями [9]. Такие важные управленческие

решения не могут быть приняты без полной информационно-аналитической поддержки, которая может быть обеспечена моделью внутреннего туризма и моделью данных соответственно [10, 11].

Моделирование социально-экономических систем связано с рядом сложностей, выраженных в снижении уровня детерминированности системы. Для решения данной проблемы необходимо разработать подход, обеспечивающий интеграцию следующих инструментов моделирования технических систем.

На первом этапе разработки модели необходимо сфокусироваться на разработке системно-динамической модели, описывающей взаимосвязи ключевых элементов и позволяющей оценить взаимовлияние экономического роста и развития туристического сектора [12–14]. В ходе работы была разработана укрупненная модель внутреннего туризма. Кроме того, была рассмотрена применимость вычислительных моделей общего равновесия (Computable General Equilibrium, CGE), как возможное расширение для модели внутреннего туризма [15–21].

1. Материалы и методы

1.1. Анализ существующих подходов

Имитационные модели позволяют заменить изучаемую предметную область моделью, описывающей поведение системы и ее ключевые показатели. Такой подход обеспечивает прозрачность процессов, происходящих внутри системы, а значит, позволяет прогнозировать ее развитие с учетом изменений различных показателей. В анализируемых статьях используются два типа имитационных моделей: системная динамика и агентное моделирование. Системная динамика рассматривает взаимодействие следующих объектов: запасов (накопленные значения показателей), потоков (числовыми эквивалентами значений показателей заданного периода), преобразователями (вспомогательными величинами для расчета потоков и аналогичных преобразователей) [22]. Визуализация моделей в системной динамике основана на статической комбинации элементов всех трех типов, связанных определенным образом. Важной особенностью моделей в системной динамике является способность качественно прогнозировать поведение системы без проведения имитационного эксперимента на основе причинно-следственных связей, которые представлены и визуализируются в модели [23–25].

Системная динамическая модель используется в качестве альтернативы моделям прогнозирования для сценарного планирования туристических направлений [26]. Преимуществом моделей системной динамики является способность учитывать естественные ограничения системы [27]. Имитационные модели идеально подходят для анализа рисков и перспектив определенных управленческих решений. Использование CGE модели, адаптированной к сектору туризма, позволяет оценить наиболее перспективные направления инвестиций с точки зрения последующего воздействия на экономику страны и долговечности результатов [9]. Используемая модель позволяет экономическим агентам в совершенстве предвидеть спрос на туризм, чтобы они могли полностью адаптироваться к будущим условиям.

CGE модель является вычислимой моделью общего равновесия и используется для обеспечения равновесия между отраслями в экономическом моделировании. Чем больше отраслей, регионов, видов потребителей появляется в модели, тем сложнее решить такую модель аналитически, поэтому используются численные методы, обрабатываемые компьютерными мощностями.

CGE модели применяются для различных отраслей экономики, в частности для оценки влияния инвестиций на отдельные экономические продукты [7]. Среди наиболее значимых моделей, основанных на концепции вычисляемых моделей общего равновесия можно выделить модель экономики Австралии MONASH, а также аналогичная модель для экономики США — USAGE и RUSEC — для Российской экономики [17, 18]. Модель RUSEC является примером использования моделей CGE для описания влияния конкретной отрасли на основные макроэкономические показатели страны [19, 20], поэтому связывает изменения тарифов на газ с экономической ситуацией в Российской Федерации [21].

Базовая структура CGE модели содержит четыре экономических агента:

- ♦ домохозяйства;
- ♦ фирмы;
- ♦ государство;
- ♦ внешний мир.

Каждый из агентов связан с другими и является одновременно источником и поставщиком. Таким образом, домохозяйства являются потребителями

товаров и финансовой поддержки, но и поставщиками труда и налоговых выплат. Фирмы получают доход от товаров, но и потребителями труда. Государство отвечает за инвестиции и получает налоги. Внешний мир в данном случае является дополнительным источником инвестиций, потребляющим товары.

Каждый тип агентов руководствуется определенными правилами в принятии решений. Данные правила описываются математическими функциями, наиболее популярным выбором для описания взаимодействия экономических агентов является CES-функция (Constant Elasticity of Substitution, постоянная эластичность замещения).

Стоит отметить, что использование всех четырех экономических агентов не является обязательным. В некоторых трудах можно найти описание только трех агентов, как основы CGE-модели, что позволяет сделать вывод о допустимости применения такого подхода.

По аналогии с базовой структурой модели CGE можно представить динамику туристических процессов как:

- ♦ профиль туриста (домохозяйства);
- ♦ инфраструктура туристических продуктов (фирмы);
- ♦ отток туристического потока (внешний мир).

В данном случае под профилем туриста следует понимать экономического агента с собственными особенностями и потребностями, основного потребителя туристических продуктов.

Под инфраструктурой туристических продуктов скрывается множество фирм — источников потребительских продуктов. В данный показатель входят: места размещения, продукты питания, транспорт, мероприятия и многое другое.

Отток туристического потока в данном случае эквивалентен оттоку доходов от туристов. Стоит отметить, что он в некоторой степени будет компенсироваться въездным туризмом.

Необходимо сохранить структуру модели CGE, чтобы в дальнейшем модель могла включать показатели спроса и предложения на рынке туристических продуктов. Таким образом, задачей данной работы является разработка высокоуровневой модели, которая будет доработана в рамках дальнейших исследований в соответствии с концепцией моделей CGE [30–36].

1.2. Исходные данные

В целях разработки модели и ее тестирования было принято решение самостоятельно найти и отобрать данные. При отборе источников данных был сделан акцент на их открытости и достоверности. В конечном итоге все данные, используемые в модели были взяты с сайта Всемирной Организации Туризма.

Стоит отметить, что в рамках разработки и тестирования модели не делался акцент на использовании данных о Российской Федерации. В данном случае, необходимо было остановиться на развитой стране со стабильными экономическими показателями, обладающими минимальным количеством туристических зон. Последнее требование обусловлено невозможностью получить достоверные результаты, основываясь на среднем показателе по целому ряду различных точек притяжения. Основываясь на заявленных требованиях выбор страны для исследования остановился на Австрии, по ряду следующих причин:

- ♦ относительная полнота данных в сравнении с другими странами;
- ♦ стабильный вклад туристической отрасли в ВВП страны (порядка 6%);
- ♦ развитый внутренний туризм (не менее 40% от туристического потока);
- ♦ стабильность экономических показателей;
- ♦ страна входит в список развитых стран;
- ♦ относительная ограниченность туристических точек притяжения.

Важно было определить и предоставить по крайней мере несколько необходимых показателей [22–25]. Ниже представлен список показателей, который удалось найти в открытых источниках, временной диапазон 2008–2018 гг.:

- ♦ туристы, тыс. чел. (въездной туризм);
- ♦ расходы на туризм в стране в млн. долларов США (въездной туризм);
- ♦ туристы, тыс. чел. (выездной туризм);
- ♦ расходы на туризм в стране в млн. долларов США (выездной туризм);
- ♦ туристы, тыс. чел. (внутренний туризм);
- ♦ расходы на туризм в стране в млн. долларов США (въездной туризм);
- ♦ ВВП;
- ♦ вклад туризма в ВВП.

2. Описание модели

В рамках исследования была разработана упрощенная модель динамики туристической отрасли. Основной целью модели является анализ связи между индустрией туризма и благосостоянием населения страны. Такое упрощение позволит нам доработать модель в будущем, учитывая специфику ценовой политики, производства, экономической ситуации и мер по сдерживанию эпидемии каждой страны в отдельности.

Элементы разрабатываемой модели можно разделить на три группы согласно целям вычисления:

- ♦ расчет вклада туристической отрасли в ВВП;
- ♦ расчет прибыли от потребления туристических продуктов в рамках внутреннего туризма;
- ♦ расчет туристического потока в рамках внутреннего туризма.

Полученная модель представлена на *рис. 1*.

В модели представлены два показателя, содержащие накопленные значения существующих потоков:

Общий туристический поток ($T.t.f.$) – накопленное значение туристического потока, отражающее количество туристических поездок граждан данной страны за указанный период времени. Данный показатель напрямую зависит от темпов роста количества туристов ($T.f.g.$).

$$T.t.f.(t) = T.t.f.(t - dt) + (T.t.g.) \cdot dt \quad (1)$$

Общий доход ($T.i.$) – накопленное значение прибыли от туристических продуктов. Данный показатель зависит от уровня годовой прибыли от туристических продуктов ($Y.i.$).

$$T.i.(t) = T.i.(t - dt) + (Y.i.) \cdot dt \quad (2)$$

Также модель включает два потока, которые предшествуют изменениям показателей, содержащих накопленные значения существующих потоков:

Прирост туристического потока ($T.f.g.$) – темп прироста туристического потока. Данный показатель зависит от уровня роста туристической отрасли ($T.f.g.r.$), а также от максимально возможного размера туристического потока ($M.t.f.$), который является ограничением системы.

$$T.f.g. = (M.t.f. - T.t.f.) \cdot 2^{\left(-\frac{1}{T.f.g.r.}\right)} \quad (3)$$

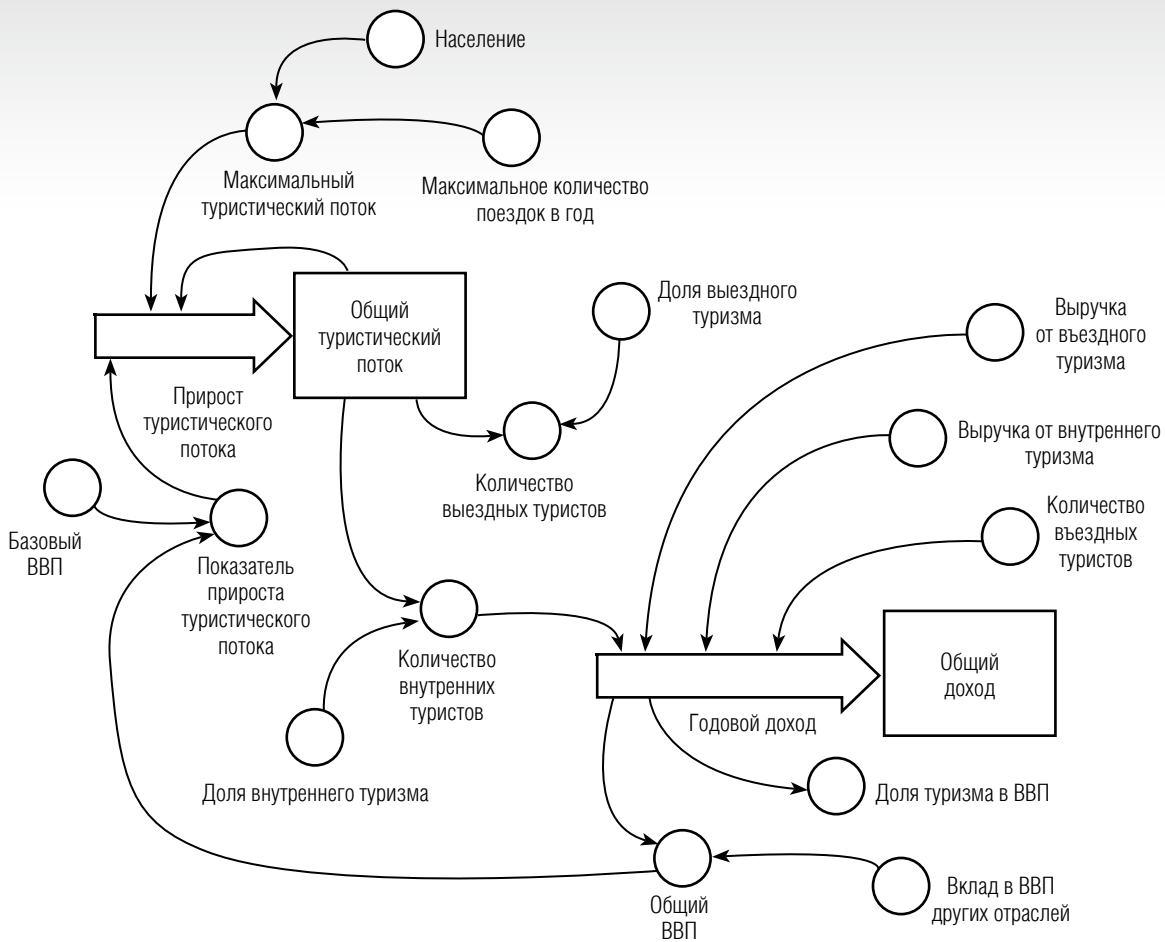


Рис. 1. Модель внутреннего туризма.

Годовой доход ($Y.i.$) – темп годового прироста прибыли от туристического потока. Данный показатель зависит от количества внутренних туристов ($D.t.n.$), количества въездных туристов ($I.t.n.$), среднего дохода от одного внутреннего туриста ($C.d.t.$), среднего дохода от въездного туриста ($C.i.t.$).

$$Y.i. = C.d.t. \cdot D.t.n. + C.i.t. \cdot I.t.n. \quad (4)$$

В модели также присутствуют пятнадцать конвертеров, необходимых для вычисления потоковых значений:

Базовый ВВП ($B. GDP$) – базовое значение ВВП Австрии. Необходимо для оценки ежегодного прироста в ВВП. В модели задается статичное значение.

$$B. GDP = 426000000000 \text{ (USD)}. \quad (5)$$

Выручка от внутреннего туриста ($C.d.t.$) – средний доход от внутреннего туриста. В прототипе

задается статичное значение. Однако данный показатель является одним из основных рычагов воздействия на модель.

$$C.d.t. = 600 \text{ (USD)}. \quad (6)$$

Выручка от въездного туриста ($C.i.t.$) – средний доход от въездного туриста. В прототипе задается статичное значение. Однако данный показатель является одним из основных рычагов воздействия на модель.

$$C.i.t. = 800 \text{ (USD)}. \quad (7)$$

Доля внутреннего туризма ($D.t.s.$) – доля туристов, предпочитающих внутренний туризм. В прототипе задается постоянное значение, однако именно этот показатель будет рычагом воздействия на модель.

$$D.t.s. = 0,5. \quad (8)$$

Количество внутренних туристов ($D.t.n.$) – фактическое количество внутренних туристов. Зависит от накопленного значения туристического потока ($T.t.f.$) и доли внутреннего туризма ($D.t.s.$).

$$D.t.n. = D.t.s. \cdot T.t.f. \quad (9)$$

Вклад в ВВП других отраслей ($GDP.o.i.$). В прототипе задается постоянное значение.

$$GDP.o.i. = 400000000000 (USD). \quad (10)$$

Количество въездных туристов ($I.t.n.$) – фактическое количество въездных туристов. В прототипе задается постоянное значение.

$$I.t.n. = 25000000. \quad (11)$$

Максимальный туристический поток ($M.t.f.$) – максимально возможное количество туристов. Зависит от максимального количества поездок одного туриста в год ($M.t.y.$) и от фактического значения населения ($P.$).

$$M.t.f. = P. \cdot M.t.y. \quad (12)$$

Максимальное количество поездок в год ($M.t.y.$) – максимальное количество поездок одного туриста

$$M.t.y. = 4. \quad (13)$$

Доля выездного туризма ($O.t.s.$) – доля туристов, предпочитающих выездной туризм. В модели задается постоянное значение, однако в дальнейшем этот показатель будет регулироваться.

$$O.t.s. = 0,5. \quad (14)$$

Количество выездных туристов ($O.t.n.$) – фактическое значение выездных туристов. Зависит от накопленного значения туристического потока ($T.t.f.$) и доли выездного туризма ($O.t.s.$).

$$O.t.n. = O.t.s. \cdot T.t.f. \quad (15)$$

Население ($P.$) – фактическое значение населения. В модели задается постоянное значение.

$$P. = 8900000. \quad (16)$$

Общий ВВП ($T.GDP$) – значение ВВП. Зависит от прибыли от других отраслей ($GDP.o.i.$) и от годовой выручки от туристических продуктов ($Y.i.$).

$$T.GDP = GDP.o.i. + Y.i. \quad (17)$$

Доля туризма в ВВП ($T.s.GDP$) – процентное значение вклада туристической отрасли в ВВП. Предполагается, что рост этого показателя будет положительно влиять на динамику показателей модели. Рассчитывается на основании годового дохода ($Y.i.$) от туристических продуктов к общему значению ВВП ($T.GDP$).

$$T.s.GDP = \frac{Y.i.}{T.GDP} \cdot 100. \quad (18)$$

Показатель прироста туристического потока ($T.f.g.r.$) показывает динамику изменения значения ВВП. Зависит от общего значения ВВП ($T.GDP$) и базового значения ВВП ($B.GDP$).

$$T.f.g.r. = \frac{T.GDP}{B.GDP} - 1. \quad (19)$$

Все статические значения заданы на основании анализа исходных данных и представляют из себя средние показатели за 11 лет.

В рамках одной из целей моделирования, подготовки аналитической базы для принятия обоснованных управленческих решений, целью будет максимизация отдачи от инвестиций в туристические продукты, а именно – максимизация вклада туристической отрасли в ВВП.

После этапа верификации модели на доступных данных будет проведена доработка модели с учетом возможного финансирования отдельных туристических продуктов (гостиниц, дорог, мероприятий и так далее). Сложность этого этапа в недостатке данных для проверки гипотез о влиянии инвестиций на увеличение выручки от туристических продуктов, именно поэтому этот этап не рассматривается в рамках данной работы.

Эти значения показателей обеспечивают статическое состояние модели, когда уровень показателей остается стабильным, за исключением накопленных значений.

3. Результаты моделирования и обсуждение

Для проверки работы модели необходимо провести серию экспериментов. Ниже представлена таблица с описанием эксперимента и ожидаемого результата. То, насколько совпадут ожидаемые и реальные результаты и определяет качество модели (таблица 1).

Предложенные эксперименты реализованы с использованием программного продукта iThink.

Таблица 1.

Описание экспериментов

№	Описание эксперимента	Описание ожидаемых результатов
0	Нулевой запуск, значения описаны выше.	Модель в статичном состоянии, все показатели остаются на одном уровне во всех рассматриваемых периодах.
1	Меняем показатели долей распределения внутреннего туризма и выездного туризма: 0,65 и 0,35 соответственно.	Предполагается рост годового дохода от туризма и незначительный прирост туристического потока.
2	Меняем вклад других отраслей, увеличиваем до 500000000000 (USD).	Предполагается, что доля вклада туризма упадет, туристический поток и ВВП вырастет.
3	Возвращаем ценность для других отраслей и удваиваем доход от внутреннего туризма.	Ожидается увеличение вклада туризма в ВВП, а также увеличение годового дохода.

На основании данных экспериментов проверяется логическая составляющая модели, и их взаимосвязей. Отрабатываются связи следующих показателей:

- ♦ влияние доли внутреннего туризма на доходы от туризма и рост ВВП;
- ♦ зависимость ВВП от доходов от туризма и доходов от других отраслей;
- ♦ влияние дохода от одного туриста на годовой доход от туризма, доли туризма в ВВП.

Проведем тестовое моделирование на 10 лет с целью проверки стабильности модели.

Прирост на графике общего дохода от туризма равномерно увеличивается, поскольку происходит ежегодный равный прирост (рис. 2).

Общий туристический поток (рис. 3) остается постоянным.

Годовой доход стабилен, поэтому график представляет собой прямую линию, параллельную оси ординат (рис. 4).

Еще одним важным показателем, который имеет смысл отображать на графике, является вклад индустрии туризма в ВВП (рис. 5). На нулевом запуске вклад стабилен и составляет чуть более 6%.

Проведем тестовое моделирование в течение 10 лет с учетом увеличения доли внутреннего туризма до 65%. Такого результата можно достичь за счет повышения уровня привлекательности страны по сравнению с другими направлениями. Посмотрим, как изменится доход от туризма после результатов экспериментов.

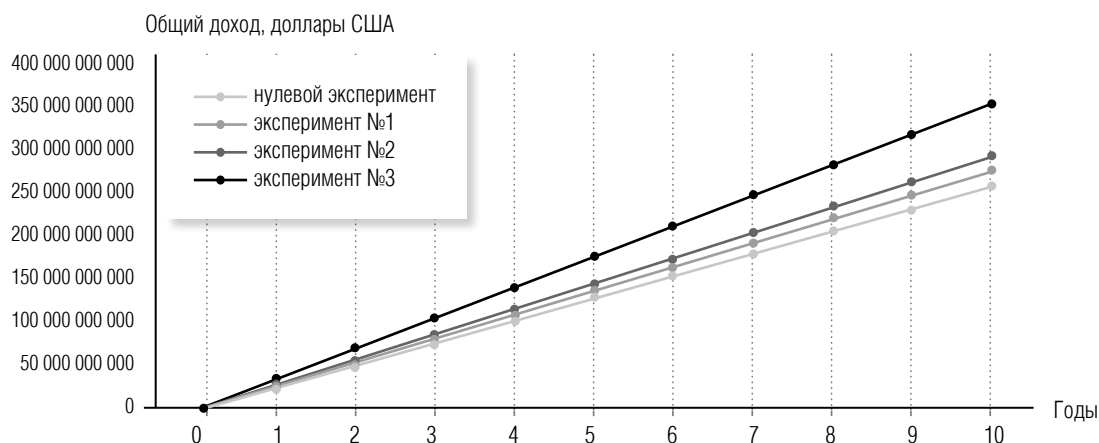


Рис. 2. Общий доход.

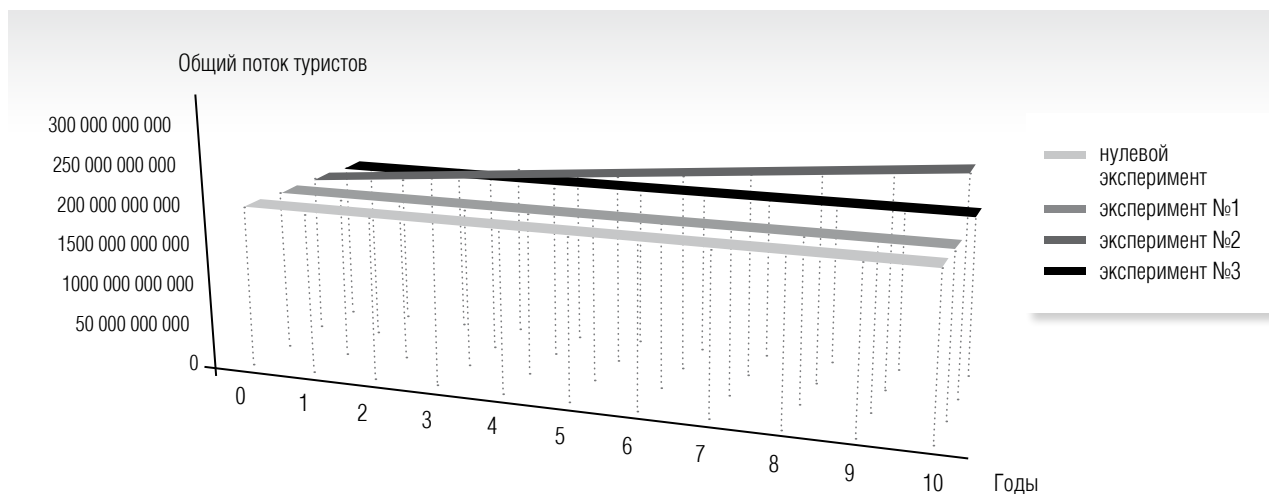


Рис. 3. Общий туристический поток.

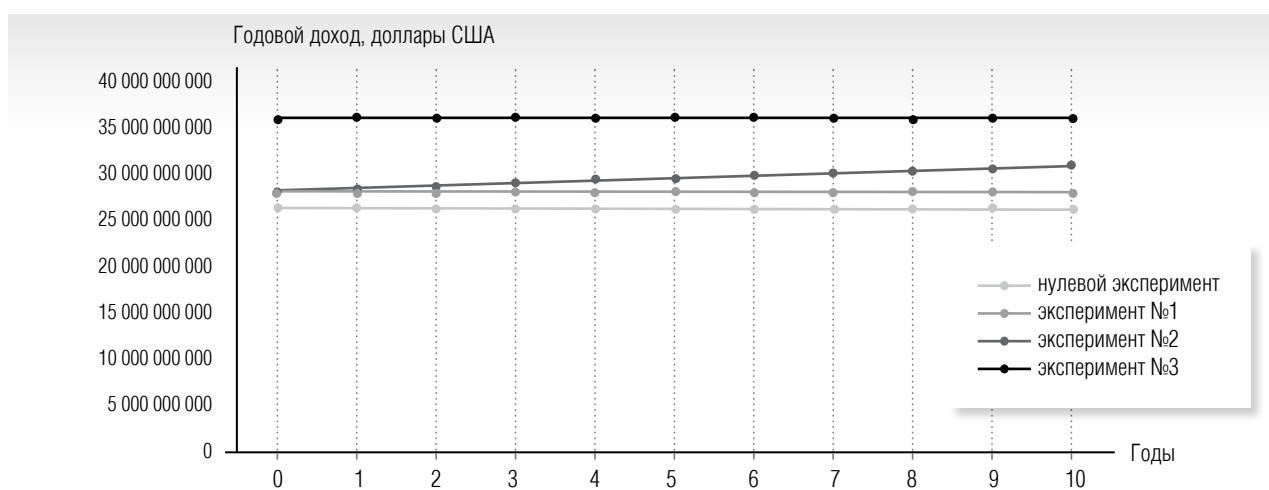


Рис. 4. Годовой доход.

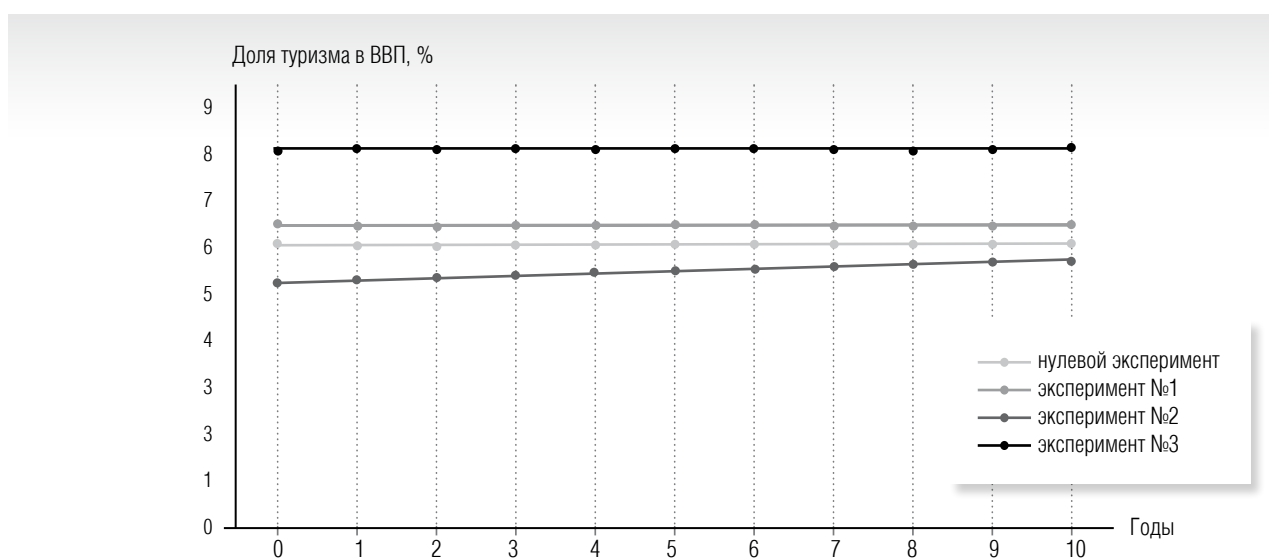


Рис. 5. Вклад индустрии туризма в ВВП.

График показывает, что тест показал аналогичные значения туристического потока по сравнению с нулевыми тестами. Это связано с медленным ростом туристического потока из-за относительно небольшого вклада индустрии туризма в ВВП (*рис. 2*).

Особое внимание следует обратить на значения следующего показателя (*рис. 4*). Увеличение годового дохода от туристических продуктов должно было привести к увеличению вклада индустрии туризма в ВВП (*рис. 5*). Показатель вклада туристической отрасли увеличился почти на процент, что соответствует ожидаемым результатам.

Поскольку доля туризма составляет около 6% от общего объема ВВП, трудно отследить изменение туристического потока в зависимости от роста ВВП. Поэтому в рамках проверки работы модели мы увеличим вклад других отраслей, чтобы проследить зависимость туристического потока от уровня благосостояния.

На графике показано изменение тенденции роста доходов от туристических продуктов. По сравнению с результатами первых экспериментов наблюдается значительный нелинейный рост показателя.

Туристический поток, с учетом последних изменений, приобрел тенденцию к нелинейному увеличению значений показателя.

Годовой доход приобрел тенденцию к росту. График показывает нелинейность роста (*рис. 4*).

На графике показано изменение доли индустрии туризма, что объясняется изменением доли других отраслей (*рис. 5*). Интересно, что доля туристической отрасли приобрела тенденцию к нелинейному, но ощутимому росту, что еще раз доказывает взаимное влияние развития секторов экономики друг на друга.

Проведем третий эксперимент. Вернем значения вклада других отраслей и вернемся к моделированию индустрии туризма. Предположим, что повышение привлекательности страны повлияло на долю внутреннего туризма, что привело некоторых из категории «дорогих» туристов к желанию отдохнуть в родной стране. Это вызвало резкое увеличение среднего дохода на одного туриста — в два раза.

Рассмотрим изменение общего дохода (*рис. 2*). График показывает, что общий доход от увеличения дохода от одного туриста растет значительно лучше, чем при увеличении общего дохода от других отраслей.

Туристический поток снова выравнивается до прежних значений (*рис. 3*).

График показывает, что общий доход от увеличения дохода от одного туриста растет значительно лучше, чем при увеличении общего дохода от других отраслей.

Годовой доход вернулся к стабильному уровню, но значительно превысил его по сравнению с результатами предыдущих экспериментов.

Увеличение стоимости одного туриста вызвало значительное увеличение доли индустрии туризма в ВВП страны, сейчас этот показатель составляет более 8%.

В рамках этой работы была проведена серия экспериментов. На этом этапе необходимо сравнить ожидаемые результаты с фактическими результатами модели.

Сравнительный анализ представлен в *таблице 2*.

Результаты экспериментов подтвердили применимость модели для оценки экономической зависимости уровня благосостояния граждан, размера туристического потока и вклада туристической индустрии в ВВП. Подтверждается актуальность инвестирования в туристическую отрасль, как способ восстановления экономики и увеличения прибыли для бизнеса и государства.

На основании экспериментов можно сделать вывод о стабильности модели и логически корректной взаимосвязи показателей. Результаты экспериментов не противоречат логике и вписываются в общую концепцию взаимосвязи элементов в модели внутреннего туризма. Соответственно, результаты первой укрупненной модели можно считать успешными.

Полученная модель представляет собой укрупненную имитационную модель динамики индустрии туризма. Планируется разработать модель с учетом анализа межотраслевых связей, вклада различных туристических продуктов и сезонности спроса. Также необходимо интегрировать в модель элементы влияния ковидных ограничений и изменений на макроэкономическом уровне на туристический поток.

Заключение

Данная работа посвящена разработке укрупненной модели внутреннего туризма, описывающей зависимость экономического состояния государства от развития туристического сектора. В моде-

Таблица 2.

Описание результатов

№	Описание эксперимента	Описание ожидаемых результатов	Соответствие результатам
0	Нулевой запуск, значения описаны выше.	Модель в статичном состоянии, все показатели остаются на одном уровне во всех рассматриваемых периодах.	Успешно, все показатели остаются неизменными на всех промежутках
1	Меняем показатели долей распределения внутреннего туризма и выездного туризма: 0,65 и 0,35 соответственно.	Предполагается рост годового дохода от туризма и незначительный прирост туристического потока.	Успешно, прирост в годовом доходе и вкладе отрасли туризма к стабильным значения туристического потока.
2	Меняем вклад других отраслей, увеличиваем до 500000000000 (USD).	Предполагается, что доля вклада туризма упадет, туристический поток и ВВП вырастет.	Успешно, доля индустрии туризма упала, но продемонстрировала тенденции роста за счет увеличения накопленной стоимости дохода. График туристического потока также показал значительный рост. Ограничения модели также работают и проявили себя в падении темпов роста туристического потока после достижения максимума.
3	Возвращаем значение для других отраслей и увеличиваем доход от внутреннего туризма в два раза.	Предполагается увеличения вклада туризма в ВВП, а также увеличение годового дохода.	Успешно, вклад индустрии туризма увеличился, как и общий доход.

ли используются данные Всемирной Организации Туризма. В рамках работы была разработана укрупненная модель внутреннего туризма с описанием функциональных зависимостей элементов модели. Полученная модель была протестирована на соответствие логике функциональных зависимостей между элементами, определенных в результате анализа международного опыта моделирования туристических процессов. Полученные результаты позволяют связать показатели вклада индустрии туризма в ВВП страны, туристический поток и доходы от потребления туристических продуктов. Это исследование является первым этапом проекта по разработке модели внутреннего туризма, которая

учитывает естественные ограничения системы, такие как экологическая ситуация, доступные трудовые ресурсы и состояние памятников исторического наследия, а также учитывает функциональные характеристики склонности туристов экономить и тратить для разных групп рентабельности, разделения туристических продуктов по видам и другим экономическим показателям. ■

Благодарности

Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (государственное задание № 075-03-2021-050 от 29.12.2020).

Литература

- Smith R.D., Keogh-Brown M.R. Macroeconomic impact of pandemic influenza and associated policies in Thailand, South Africa and Uganda // Influenza and other Respiratory Viruses. 2013. Vol. 7. P. 64–71. <https://doi.org/10.1111/irv.12083>
- Beckman J., Countryman A.M. The importance of agriculture in the economy: Impacts from COVID-19 // American Journal of Agricultural Economics. 2021. Vol. 103. No. 5. P. 1595–1611. <https://doi.org/10.1111/ajae.12212>
- Deriu S., Cassar I.P., Pretaroli R., Soggi C. The economic impact of Covid-19 pandemic in Sardinia // Research in Transportation Economics. 2021. Vol. 93. 101090. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2021.101090>
- Pham T.D., Dwyer L., Su J.-J., Ngo T. COVID-19 impacts of inbound tourism on Australian economy // Annals of Tourism Research. 2021. Vol. 88. 103179. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2021.103179>

5. Dogru T., Bulut U. Is tourism an engine for economic recovery? Theory and empirical evidence // *Tourism Management*. 2018. Vol. 67. P. 425–334. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2017.06.014>
6. Esfandiar K., Sharifi-Tehrani M., Pratt S., Altinay L. Understanding entrepreneurial intentions: A developed integrated structural model approach // *Journal of Business Research*. 2019. Vol. 94. P. 172–182. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.10.045>
7. Berawi M.A. Accelerating sustainable infrastructure development: Assuring well-being and ensuring environmental sustainability // *International Journal of Technology*. 2016. Vol. 7. No. 4. P. 527–529. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v7i4.3829>
8. Widaningrum D.L., Surjandari I., Sudiana D. Analyzing land use changes in tourism development areas: A case study of cultural world heritage sites on Java Island, Indonesia // *International Journal of Technology*. 2020. Vol. 11. No. 4. P. 688–697. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v11i4.4097>
9. Blake A. The dynamics of tourism's economic impact // *Tourism Economics*. 2009. Vol. 15. P. 615–628. <https://doi.org/10.5367/000000009789036576>
10. Makarov V., Ayvazyan S., Afanasyev M., Bakhtizin A., Nanavyan A. Modeling the development of regional economy and an innovation space efficiency // *Foresight and STI Governance*. 2016. Vol. 10. No. 3. P. 76–90. <https://doi.org/10.17323/1995-459X.2016.3.76.90>
11. Miao K., Vinter R. Optimal control of a growth/consumption model // *Optimal Control Applications and Methods*. 2021. Vol. 42. No. 6. P. 1672–1688. <https://doi.org/10.1002/oca.2754>
12. Laffargue J.-P. Computable general equilibrium (CGE) models and tourism economics // *Tourism, Trade and Welfare*. Nova Science Publishers, Inc., 2011. P. 117–138.
13. Integrating forecasting and CGE models: The case of tourism in Scotland / Blake A. [et al.] // *Tourism Management*. 2006. Vol. 27. No. 2. P. 292–305. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2004.11.005>
14. Ilyash O., Vasylytsiv T., Lupak R., Get'manskiy V. Models of efficiency of functioning in trading enterprises under conditions of economic growth // *Bulletin of Geography*. 2021. Vol. 51. P. 7–24. <https://doi.org/10.2478/bog-2021-0001>
15. Meng X., Siriwardana M., Pham T. A CGE assessment of Singapore's tourism policies // *Tourism Management*. 2013. Vol. 34. P. 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2012.03.006>
16. Van Heerden J., Roos E.L. The possible effects of the extended lockdown period on the South African economy: A CGE analysis // *South African Journal of Economics*. 2021. Vol. 89. No. 1. P. 95–111. <https://doi.org/10.1111/saje.12273>
17. Макаров В.Л. Вычислимая модель российской экономики (RUSEC) / Препринт # WP/99/069. М.: ЦЭМИ РАН, 1999.
18. Бахтизин А.Р. Агент-ориентированные модели экономики. М.: Экономика, 2008.
19. Акопов А.С., Бекларян Г.Л. Анализ эффективности регулирующей политики государства с помощью региональной CGE модели поведения естественных монополий (на примере электроэнергетики) // *Экономическая наука современной России*. 2005. № 4. С. 130–139.
20. Akopov A.S., Beklaryan G.L. Modelling the dynamics of the “Smarter Region” // *Proceedings of 2014 IEEE Conference on Computational Intelligence for Financial Engineering & Economics*. IEEE. 2014. P. 203–209. <https://doi.org/10.1109/CIFEr.2014.6924074>
21. Akopov A.S. Designing of integrated system-dynamics models for an oil company // *International Journal of Computer Applications in Technology*. 2012. Vol. 45. No. 4. P. 220–230. <https://doi.org/10.1504/IJCAT.2012.051122>
22. Горбунов А.Р., Лычкина Н.Н. Парадигмы имитационного моделирования: новое в решении задач стратегического управления (объединенная логика имитационного моделирования) // *Бизнес-информатика*. 2007. № 2. С. 60–66.
23. Franco E.F., Hiram K., Carvalho M.M. Applying system dynamics approach in software and information system projects: A mapping study // *Information and Software Technology*. 2018. Vol. 93. P. 58–73. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2017.08.013>
24. Stadnicka D., Litwin P. Value stream mapping and system dynamics integration for manufacturing line modelling and analysis // *International Journal of Production Economics*. 2019. Vol. 208. P. 400–411. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.12.011>
25. Castellacci F. Co-evolutionary growth: A system dynamics model // *Economic Modelling*. 2018. Vol. 70. P. 272–287.
26. Mai T., Smith C. Scenario-based planning for tourism development using system dynamic modelling: A case study of Cat Ba Island, Vietnam // *Tourism Management*. 2018. Vol. 68. P. 336–354.
27. Сидоренко В.Н. Системная динамика. М.: ТЕИС, 1998.
28. Zhang Q., Tong Q. The economic impacts of traffic consumption during the COVID-19 pandemic in China: A CGE analysis // *Transport Policy*. 2021. Vol. 114. P. 330–337. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.10.018>
29. Timilsina G., Shrestha R. A general equilibrium analysis of potential demand side management programs in the household sector in Thailand // *International Journal of Energy Sector Management*. 2008. Vol. 2. No. 4. P. 570–593.
30. Romero C.A., Tarelli J.P., Mercatante, J.I. The economic impact of tourism in a small region: A general equilibrium analysis applied to Ushuaia // *International Journal of Tourism Policy*. 2021. Vol. 11. No. 4. P. 335–354.

31. Van Truong N., Shimizu T. The effect of transportation on tourism promotion: Literature review on application of the Computable General Equilibrium (CGE) Model // *Transportation Research Procedia*. 2017. Vol. 25. P. 3096–3115. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.336>
32. Deepak M., Taylor West C., Spreen T. Local government portfolios and regional growth: some combined dynamic CGE/optimal control results // *Journal of Regional Science*. 2001. Vol. 41. P. 219–254. <https://doi.org/10.1111/0022-4146.00215>
33. Dwyer L., Forsyth P., Madden J., Spurr R. Economic impacts of inbound tourism under different assumptions regarding the macroeconomy // *Current Issues in Tourism*. 2000. Vol. 3. No. 4. P. 325–363. <https://doi.org/10.1080/13683500008667877>
34. Gül H. Effects of foreign demand increase in the tourism industry: a CGE approach to Turkey // *Anatolia*. 2015. Vol. 26. No. 4. P. 598–611. <https://doi.org/10.1080/13032917.2015.1044016>
35. Inchausti-Sintes F., Pérez-Granja U., Morales-Mohamed J.J. Analysing labour productivity and its economic consequences in the two Spanish tourist archipelagos // *Tourism Economics*. 2021. Vol. 27. No. 5. P. 1039–1059. <https://doi.org/10.1177/1354816620917865>
36. Attar M.A. Growth, distribution and dynamic inefficiency in Turkey: An analysis of the naïve neoclassical theory of capital // *Structural Change and Economic Dynamics*. 2021. Vol. 59. P. 20–30. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2021.07.008>

Об авторах

Гинцяк Алексей Михайлович

заведующий лабораторией «Цифровое моделирование индустриальных систем», Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация

E-mail: aleksei.gintciak@spbp.ru

ORCID: 0000-0002-9703-5079

Болсуновская Марина Владимировна

кандидат технических наук

заведующий лабораторией «Промышленные системы потоковой обработки данных», Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация

E-mail: marina.bolsunovskaia@spbp.ru

ORCID: 0000-0001-6650-6491

Бурлуцкая Жанна Владиславовна

младший научный сотрудник лаборатории «Цифровое моделирование индустриальных систем», Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация

E-mail: zhanna.burlutskaya@spbp.ru

ORCID: 0000-0002-5680-1937

Петряева Александра Андреевна

младший научный сотрудник лаборатории «Цифровое моделирование индустриальных систем», Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация

E-mail: alexandra.petryaeva@spbp.ru

ORCID: 0000-0002-2028-7251

High-level simulation model of tourism industry dynamics

Aleksei M. Gintciak

E-mail: aleksei.gintciak@spbp.ru

Marina V. Bolsunovskaya

E-mail: marina.bolsunovskaia@spbpu.com

Zhanna V. Burlutskaya

E-mail: zhanna.burlutskaya@spbpu.com

Alexandra A. Petryaeva

E-mail: alexandra.petryaeva@spbpu.com

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St.Petersburg, Russian Federation

Address: 29 Politechnicheskaya str., St.Petersburg 195251, Russia

Abstract

This article is devoted to the development of a high-level simulation model of tourism industry dynamics. The purpose of this study is to form recommendations for the recovery of the tourism industry from the effects of the pandemic. The resulting model considers domestic tourism from the point of view of the interdependence of the economic condition of the state, the contribution of the tourism industry to gross domestic product, the size of the tourist flow and the average income per tourist. In addition to describing the functional dependencies of the model elements, several experiments are proposed to test the logic of the elements' relationships. System dynamics tools are used to develop the model. The study also examines the class of computable general equilibrium models as a tool for analyzing supply and demand in the market of tourist products.

Keywords: system dynamics, simulation modeling, tourism, model of domestic tourism, tourism industry, economy

Citation: Gintciak A.M., Bolsunovskaya M.V., Burlutskaya Zh.V., Petryaeva A.A. (2022) High-level simulation model of tourism industry dynamics. *Business Informatics*, vol. 16, no. 3, pp. 53–67. DOI: 10.17323/2587-814X.2022.3.53.67

References

1. Smith R.D., Keogh-Brown M.R. (2013) Macroeconomic impact of pandemic influenza and associated policies in Thailand, South Africa and Uganda. *Influenza and other Respiratory Viruses*, vol. 7, pp. 64–71. <https://doi.org/10.1111/irv.12083>
2. Beckman J., Countryman A.M. (2021) The importance of agriculture in the economy: Impacts from COVID-19. *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 103, no. 5, pp. 1595–1611. <https://doi.org/10.1111/ajae.12212>
3. Deriu S., Cassar I.P., Pretaroli R., Socci C. (2021) The economic impact of Covid-19 pandemic in Sardinia. *Research in Transportation Economics*, vol. 93, 101090. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2021.101090>
4. Pham T.D., Dwyer L., Su J.-J., Ngo T. (2021) COVID-19 impacts of inbound tourism on Australian economy. *Annals of Tourism Research*, vol. 88, 103179. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2021.103179>
5. Dogru T., Bulut U. (2018) Is tourism an engine for economic recovery? Theory and empirical evidence. *Tourism Management*, vol. 67, pp. 425–334. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2017.06.014>
6. Esfandiar K. [et al.] (2019) Understanding entrepreneurial intentions: A developed integrated structural model approach. *Journal of Business Research*, vol. 94, pp. 172–182. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.10.045>
7. Berawi M.A. (2016) Accelerating sustainable infrastructure development: Assuring well-being and ensuring environmental sustainability. *International Journal of Technology*, vol. 7, no. 4, pp. 527–529. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v7i4.3829>
8. Widaningrum D.L., Surjandari I., Sudiana D. (2020) Analyzing land use changes in tourism development areas: A case study of cultural world heritage sites on Java Island, Indonesia. *International Journal of Technology*, vol. 11, no. 4, pp. 688–697. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v11i4.4097>
9. Blake A. (2009) The dynamics of tourism's economic impact. *Tourism Economics*, vol. 15, pp. 615–628. <https://doi.org/10.5367/000000009789036576>
10. Makaro V. [et al.] (2016) Modeling the development of regional economy and an innovation space efficiency. *Foresight and STI Governance*, vol. 10, no. 3, pp. 76–90. <https://doi.org/10.17323/1995-459X.2016.3.76.90>

11. Miao K., Vinter R. (2021) Optimal control of a growth/consumption model. *Optimal Control Applications and Methods*, vol. 42, no. 6, pp. 1672–1688. <https://doi.org/10.1002/oca.2754>
12. Laffargue J.-P. (2011) Computable general equilibrium (CGE) models and tourism economics. In *Tourism, Trade and Welfare*, Nova Science Publishers, Inc., pp. 117–138.
13. Blake A. [et al.] (2006) Integrating forecasting and CGE models: The case of tourism in Scotland. *Tourism Management*, vol. 27, no. 2, pp. 292–305. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2004.11.005>
14. Ilyash O. (2021) Models of efficiency of functioning in trading enterprises under conditions of economic growth. *Bulletin of Geography*, vol. 51, pp. 7–24.
15. Meng X., Siriwardana M., Pham T. (2013) A CGE assessment of Singapore's tourism policies. *Tourism Management*, vol. 34, pp. 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2012.03.006>
16. Van Heerden J., Roos E.L. (2021) The possible effects of the extended lockdown period on the South African economy: A CGE analysis. *South African Journal of Economics*, vol. 89, no. 1, pp. 95–111. <https://doi.org/10.1111/saje.12273>
17. Makarov V.L. (1999) *Computable model of the Russian economy (RUSEC)*. Preprint WP/99/069. Moscow: CEMI of the Russian Academy of Sciences (in Russian).
18. Bakhtizin A.R. (2008) *Agent-based models of the economy*. Moscow: Ekonomika (in Russian).
19. Akopov A.S., Beklaryan G.L. (2005) Analysis of efficiency of adjusting policy of the state by means of regional model CGE of behaviour of natural monopolies (on the example of electric power industry). *Economics of Contemporary Russia*, vol. 4, pp. 130–139 (in Russian).
20. Akopov A.S., Beklaryan G.L. (2014) Modelling the dynamics of the “Smarter Region”. In *Proceedings of 2014 IEEE Conference on Computational Intelligence for Financial Engineering & Economics*. IEEE, pp. 203–209. <https://doi.org/10.1109/CIFEr.2014.6924074>
21. Akopov A.S. (2012) Designing of integrated system-dynamics models for an oil company. *International Journal of Computer Applications in Technology*, vol. 45, no. 4, pp. 220–230. <https://doi.org/10.1504/IJCAT.2012.051122>
22. Lychkina N.N., Gorbunov A.R. (2007) Simulation modeling paradigms: new in solving problems of strategic management (combined simulation-modeling logic). *Business informatics*, vol. 2, pp. 60–66 (in Russian).
23. Franco E.F., Hiram K., Carvalho M.M. (2018) Applying system dynamics approach in software and information system projects: A mapping study. *Information and Software Technology*, vol. 93, pp. 58–73.
24. Stadnicka D., Litwin P. (2019) Value stream mapping and system dynamics integration for manufacturing line modelling and analysis. *International Journal of Production Economics*, vol. 208, pp. 400–411.
25. Castellacci F. (2018) Co-evolutionary growth: A system dynamics model. *Economic Modelling*, vol. 70, pp. 272–287.
26. Mai T., Smith C. (2018) Scenario-based planning for tourism development using system dynamic modelling: A case study of Cat Ba Island, Vietnam. *Tourism Management*, vol. 68, pp. 336–354.
27. Sidorenko V.N. (1998) *System Dynamics*. Moscow: TEIS (in Russian).
28. Zhang Q., Tong Q. (2021) The economic impacts of traffic consumption during the COVID-19 pandemic in China: A CGE analysis. *Transport Policy*, vol. 114, pp. 330–337. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.10.018>
29. Timilsina G., Shrestha R. (2008) A general equilibrium analysis of potential demand side management programs in the household sector in Thailand. *International Journal of Energy Sector Management*, vol. 2, no. 4, pp. 570–593.
30. Romero C.A., Tarelli J.P., Mercatante, J.I. (2021) The economic impact of tourism in a small region: A general equilibrium analysis applied to Ushuaia. *International Journal of Tourism Policy*, vol. 11, no. 4, pp. 335–354.
31. Van Truong N., Shimizu T. (2017) The effect of transportation on tourism promotion: Literature review on application of the Computable General Equilibrium (CGE) Model. *Transportation Research Procedia*, vol. 25, pp. 3096–3115.
32. Deepak M., Taylor West C., Spreen T. (2001) Local government portfolios and regional growth: some combined dynamic CGE/optimal control results. *Journal of Regional Science*, vol. 41, pp. 219–254.
33. Dwyer L., Forsyth P., Madden J., Spurr R. (2000) Economic impacts of inbound tourism under different assumptions regarding the macroeconomy. *Current Issues in Tourism*, vol. 3, no. 4, pp. 325–363. <https://doi.org/10.1080/13683500008667877>
34. Gül H. (2015) Effects of foreign demand increase in the tourism industry: a CGE approach to Turkey. *Anatolia*, vol. 26, no. 4, pp. 598–611. <https://doi.org/10.1080/13032917.2015.1044016>
35. Inchausti-Sintes F., Pérez-Granja U., Morales-Mohamed J.J. (2021) Analysing labour productivity and its economic consequences in the two Spanish tourist archipelagos. *Tourism Economics*, vol. 27, no. 5, pp. 1039–1059. <https://doi.org/10.1177/1354816620917865>
36. Attar M.A. (2021) Growth, distribution and dynamic inefficiency in Turkey: An analysis of the naïve neoclassical theory of capital. *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 59, pp. 20–30.

About the authors

Aleksei M. Gintciak

Head of Laboratory of Digital modeling of Industrial systems, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya str., St.Petersburg 195251, Russia.

E-mail: aleksei.gintciak@spbpu.com

ORCID: 0000-0002-9703-5079

Marina V. Bolsunovskaya

Cand. Sci. (Tech.);

Head of Laboratory of Industrial Systems for Streaming Data Processing, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya str., St.Petersburg 195251, Russia.

E-mail: marina.bolsunovskaia@spbpu.com

ORCID: 0000-0001-6650-6491

Zhanna V. Burlutskaya

Junior Researcher of Laboratory of Digital Modeling of Industrial Systems, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya str., St.Petersburg 195251, Russia.

E-mail: zhanna.burlutskaya@spbpu.com

ORCID: 0000-0002-5680-1937

Alexandra A. Petryaeva

Junior Researcher of Laboratory of Digital Modeling of Industrial Systems, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya str., St.Petersburg 195251, Russia.

E-mail: alexandra.petryaeva@spbpu.com

ORCID: 0000-0002-2028-7251

Perceived values and purchase behavior of online game attribute products: Gender overview

Tony Wijaya 

E-mail: tony@uny.ac.id

Universitas Negeri Yogyakarta (Yogyakarta State University)
Address: 1 Colombo Street, Sleman, Yogyakarta, Indonesia

Abstract

Game-oriented business development is growing quickly and this encourages the digital economy in Indonesia. This research aims to examine the role of perceived value on the purchase behavior of online game attributes in Indonesia based on gender groups. Samples were taken from several online gaming communities in Indonesia. The variables in this study consist of perceived value variables, namely emotional, quality, social and economic value, which are antecedents for the online game attribute purchase intention and purchase behavior variables. Data were analyzed using Structural Equation Modeling. The research results show an influence on purchase intentions of perceived value which consists of emotional, quality, social and economic value and ultimately shapes the buying behavior of online game product attributes. There is a difference in each component of perceived value on purchase intention between male and female groups. Emotional and quality values do not affect the female group's pursuit intent, while social values do not significantly affect the male group.

Keywords: digital product, cyber consumer, e-business, gender effect, e-sport

Citation: Wijaya T. (2022) Perceived values and purchase behavior of online game attribute products: Gender overview. *Business Informatics*, vol. 16, no. 3, pp. 68–84. DOI: 10.17323/2587-814X.2022.3.68.84

Introduction

The development of online game products has received significant attention in the digital business. Data from the Google Play store dated August 24, 2020, shows top charts with the top free category of “Among Us,” “Mobile Legends: Bang Bang,” and “Cube Surfer!” Game top charts with the top-grossing category consist of “Garena Free Fire: BOOYAH Day,” “Mobile Legends: Bang Bang,” and “Genshin Impact.” During the late 1970s and

early 1980s, arcade competitions became increasingly organized and sanctioned as public contests, with title sponsorship, audience, and media coverage [1]. Online games in their development are recognized as sports category games, often called e-sports. The origins of e-sports are said to hinge heavily on the launch of the world-wide web (www) in 1989 and the early 1990s, software and hardware technology with network and multiplayer functionality. In the early 1990s, the history of e-sports started, and it became increasingly popular during this decade; the number of players increased

rapidly [2]. YouTube has had an essential role as a means of advertising game products. The similarity between the video and the advertised product or brand must be considered when producing ads included in YouTube e-sports videos [3]. This e-sport event is a means to promote media platforms and sports, as well as related technologies [4].

The position of competitive gaming as a mix of sport, media and technology makes it an ideal case study of a virtual spectacle of an economic experience. An e-sports event can be considered a hyper-experiential product, a “post-experience experience,” in that a consumer product based on initial experience is gameplay provided by the publisher. The secondary consumption phase begins through viewing familiar games as a commodity and the viewer is considered in conjunction with the e-sports tournament audience [1]. As one of the innovative digital products, online games have contributed to the growth of the digital economy [5]. Online games are also recognized as one of the successful forms of the digital industry that has a major contribution to the growth of a country’s digital economy [6]. The development of online game products is growing rapidly in several countries such as Japan, Korea, China [7], Philippines, and Indonesia. For example, e-sports has competed in Indonesia’s 2018 Asian Games competition and the 2019 SEA Games in Manila, Philippines. Based on survey data from Agate Studio, a game company in Indonesia, the three most popular games in Indonesia were RPG (Role Playing Games), Strategy, and FPS (First Person Shooter) in 2012. These results also show that most people (70%) pay less than IDR 100 000 (approx. \$11). 25% of respondents spend between IDR 100 000 – IDR 500 000 per month (\$11 – \$55). About 40% of respondents spend their money on virtual goods.

The rapid growth of the online game industry has consequences for game development companies to observe online game consumer behavior and determine the right strategy and product development. The phenomenon of the growth of online games being recognized as e-sports has become a research attraction for academics. Analysis of consumer behavior related to attributes or items of a game is essential for game companies [8]. Several existing studies have proved the importance of understanding the perceived value aspect for game companies. The consumption value theory explains that game users consider multiple values such as quality emotions such as pleasure, social and economy in purchasing decisions [9]. Park and Lee [8] state that in online games, if users can

perceive items or attributes as valuable, there will be an increased tendency to make purchases. Understanding the appropriate value of consumers is a competitive advantage or source of competitive advantage for the company [10]. Perceived value influences purchase intention, especially for digital products [11]. Several previous studies confirm the role of perceived value on online game buying behavior, such as emotional [12, 13], quality or competence [13, 14], social [12, 14] and economics or monetary [12, 13]. Some of the findings also showed different results [15, 16] and the limitations of research that have not involved elements of personal characteristics in existing research. Some research is also limited to the study of behavioral intentions [11]. One of the demographic elements that impact online game use is gender. The role of gender and its phenomena related to online games still needs to be explored further [17]. Participants are only differentiated based on biological differences [18, 19]. There have not been many studies on gender differences based on social norms and expectations [14].

1. Motivation and research rationale

This research examines the role of perceived value on online game attributes’ buying behavior and this behavior model based on gender overviews. Understanding users’ perceived values and characteristics are expected to consider the development of user-based product innovation and determine competitive advantage strategies. The gender aspect is an essential demographic element related to information technology [20]. Islam [21] emphasize the differences in attitudes between men and women interacting online. Although online games are cross-gender digital products, their use characteristics have different attitudes [22]. Based on the motivational aspect, males and females tend to use online games with different motives. Yee [22] found that males tend to be achievement-oriented even though both have a social orientation. Regarding social orientation, females play games to maintain relationships or social interactions with others [23]. The consequences of gender roles related to information technology have also been emphasized by several researchers [24, 25]. This difference causes marketers or game development companies to adjust the value differences in-game attributes marketed based on demographic patterns. Several studies have tried to examine differences between in-game users based on demographic characteristics such as user age [22, 26], but there are indications that differences are based on cross-gender [17].

2. Literature review related to existing models

Perceived value involves customer perceptions of the reciprocal nature of things issued and received by customers [27]. The perceived value is also defined as assessing the entire use of goods or services determined from the consumer's view of the goods or services received with what is given. Customers make sacrifices to get something they want. The sacrifice can be in time, money or energy. Perceived value occurs when customers compare their perception of an item with their sacrifices and benefits. If customers get product benefits commensurate with or even exceeding the perceptions and sacrifices, the product has a positive perceived value. Conversely, if the product benefits have a lower value than the perceptions and sacrifices made by customers, the product has a negative perceived value. Perceived value can be increased by increasing the benefits or reducing the costs incurred [28].

Sweeney and Soutar [29] designed the value component to measure perceived value: emotional, social, economic, monetary and quality. This model is more comprehensive than others and is most widely used in communication studies and social media research [30, 31]. Emotional value is assessing the feelings or affective individuals in consuming the product. Social value refers to the assessment that comes from the ability of a product to improve the social life of the individual or user. Economic or monetary value is an assessment from the built-in perception comparing the price offered and the costs incurred. The quality value measures the assessment obtained from product users' perceived quality and performance expectations. Users of the perceived value game will encourage individuals to make purchase decisions [9, 16].

There are gender differences in behavioral constructs regarding the information system responding to information [32]. Psychologically there are differences between women and men in processing messages and information, so the built-in attitudes will also be different [33]. Male and females have differences in interpreting something, including in processing information. Males tend to perceive things according to cognitive aspects, while females tend to involve affective aspects [34], so the perceived values will also differ. Social Role Theory explains that women are more focused on interactive activities than men from a social point of view [35]. Females process information based on intuition, subjectivity and emotion [36]. Salomon [37] explains that females are more sensitive in processing information, so abstract values are easier to understand than with males.

The female consumers' purchase intention is more closely related to experience, affective and social identity than in the case of male groups [38]. Females and males have differences in perceiving values which will cause differences in attitudes and behavior in making decisions related to online games.

2.1. Emotional value

The emotional value is an assessment based on feelings or emotions from mobile games [39]. Emotional value in online games tends to lead to aspects of perceived playfulness. According to Hsiao and Chen [16], perceived playfulness is a feeling of joy or pleasure from users while playing games. The feeling of joy that is obtained encourages individuals to continue to get the same thing to encourage purchase intentions for the game product in question. Emotional value shows the benefits obtained based on feelings or affective aspects of online games [39]. The affective aspect that produces a sense of comfort is obtained based on joy when interacting with other people in the game world. Based on this positive attitude, the impulse or motive will stimulate a payment intention [40, 41]. Previous research also supports this emotional relationship with purchase intention on mobile products [41, 42]. The joy obtained based on the experience of playing online games impacts the purchase intention [43]. The proposed hypothesis is as follows:

H1: The higher the perceived emotional value, the higher the intention to buy online game product attributes.

2.2. Quality value

Quality or performance value refers to the player's perception of performance with the quality obtained from online games [44]. Quality value refers to the perceived access flexibility obtained by game users. Wei and Lu [41] stated that perceived access flexibility is the freedom of time and control of players in playing games. Players can freely determine the time and place to play. The form of freedom obtained is a value of control over behavior. Research conducted by Hsiao and Chen [16] state that quality value positively affects purchase intention. The game is designed with a platform that is easy to access and related to the platform's quality. Aspects of availability and flexibility of time and place of access are important factors that play a role in using the platform [44]. The value of the quality of a website will increase the intention to purchase the web [45]. The proposed hypothesis is:

H2: The higher the perceived quality value, the higher the intention to buy online game product attributes.

2.3. Social value

Social value refers to the benefits derived from mobile games through social interaction between players [39]. Connectedness is a significant component of interacting online. Zhao and Lu [46] stated that connectedness is a connection between individuals through mobile games. Positive feelings between players in a game team can be formed when the team tries to achieve a synergistic or partial victory. The interactive game process will form a communication network and encourage the social involvement of fellow players. Online game players can learn from each other's game tactics and gain experience from the games they run [47]. The research results conducted by Lu and Hsiao [44] show that perceived connectedness has a positive effect on purchase intention. Experiences gained from individuals through convenience and connectedness will form positive social relationships. Users who feel the fulfillment of social interaction needs in online games will encourage them to buy products and their attributes. The proposed hypothesis is:

H3: The higher the perceived social value, the higher the intention to buy online game product attributes.

2.4. Economic value

Economic value refers to the way individuals assess the value of a product based on the quality obtained versus the sacrifice given [39]. Economic or monetary value has parts or components in the form of perceived reasonable price and perceived reward. Perceived reasonable price is a component to measure the level of individual sacrifice in getting the desired goods or services. Lu and Hsiao [39] stated that perceived good reward refers to gifts received by players when playing games. In some games, the longer the time spent playing, the greater the player's reward. Additional prizes can motivate players to

play. Economic value refers to the price representing the value that the user must sacrifice. Users in playing games consider the suitability of the monetary cost incurred with the satisfaction obtained [11]. If the user feels that what is obtained follows what is sought, this will bring up the intention or urge to consume [39]. Several studies, such as Yi & Jeon [48], Lu & Hsiao [39], and Hsiao [49], stated that perceived reward has a positive effect on purchase intention. The proposed hypothesis is:

H4: The higher the perceived economic value, the higher the intention to buy online game product attributes.

2.5. Purchase intention

The theory of planned behavior conceptually explains that intention is the best predictor of behavior. The intention is also the closest intermediary to behavior. Purchase intentions contribute positively to online buying behavior [50]. Bae [51] explained that intention is a good intermediary for various antecedents in explaining behavioral mechanisms for game products. The intention is also a good antecedent for the behavior of buying virtual products across generations [52]. The theory of planned behavior explains that intention is an intermediary for several motivational factors to behave [53, 54]. Users who have the intention to buy will have a great tendency to buy game products. The proposed hypothesis is:

H5: The higher the purchase intention, the higher the buying behavior of online game product attributes.

The relationship between variables in the study that includes a schematic relationship between emotional, quality, social and economic value variables with purchase intention and purchase behavior is shown in the research model. A research model that includes the entire hypothesis is shown in *Fig. 1*.

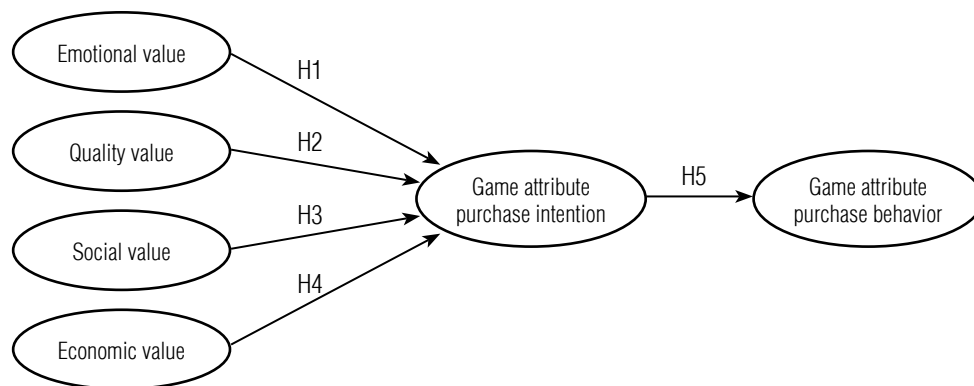


Fig. 1. Research model.

3. Methodology

This research uses a post-positivistic paradigm or hypothesis testing. We use a survey design in data collection and correlational research that relates the independent and dependent variables. The sample in this study is several online game users grouped by gender. Samples were taken from several online gaming communities in Indonesia, involving 426 respondents. The variables in this study consisted of perceived value variables, namely emotional, quality, social, and economic value as determinant factors for game attribute purchase intention and purchase behavior. Perceived value variables were measured by a questionnaire adopted by Lu and Hsiao [39]. The emotional value is an assessment based on feelings or emotions from mobile games [39]. Emotional value in online games refers to the aspect of perceived playfulness. Quality or performance value is defined as the player's perception of performance with the quality obtained from mobile games [39]. Quality value refers to the perceived access flexibility obtained by game users. The social value variable is defined as the benefits obtained from mobile games through social interaction between players [39]. Connectedness is a proxy for social value in interacting online. According to Lu and Hsiao [39], economic value refers to the way individuals assess the value of a product based on the quality obtained versus the sacrifices given. Economic

value has a proxy that reflects this value in perceived reasonable price and perceived reward. The perceived good price variable is a component to measure the level of individual sacrifice in getting the desired goods or services. At the same time, the perceived reward is a reward the user obtains. Purchase intention is a person's purchase intention that can change due to the individual's perception of the product [55]. The buying behavior variable is buying a product or a form of actual purchase. Data was collected in a survey using a Likert scale adapted by several researchers. Instruments regarding the variables of purchase intention and purchase behavior were adopted from Hsu & Lin [55], Hsiao & Chen [16], and Davis [56]. Data were analyzed using Structural Equation Modeling. The analysis was carried out based on the analysis of the model in the male and female groups.

4. Results and discussion

4.1. Demographics

The total number of respondents in this study amounted to 426 respondents. The characteristics of respondents are categorized in terms of gender, age, habit, and game experience. The following is a summary of the description of the characteristics of respondents based on gender, age, habit, and experience, which is presented in *Table 1*.

Table 1.

Characteristics of respondents

Characteristics	Item	Frequency	%
Gender	Male	224	53
	Female	202	47
Age (Years)	<17	118	28
	17–23	192	45
	24–29	69	16
	30–35	37	9
	> 35	10	2
Habit (play time per day)	< 1 h	98	23
	1–3 h	152	36
	3–5 h	89	21
	> 5 h	87	20
Experience (mobile game per year)	< 1	93	22
	1–3	116	27
	3–5	143	34
	> 5	74	17

Based on the data, we found that there were 224 or 53% male, while females were as many as 202 or 47%. Based on age category, most respondents were 17–23 years, as many as 192 or 45%. Based on the habit or playing habits seen from the duration of time per day, most respondents played for 1–3 hours per day, which was 152 or 36%. Based on the experience aspect, it is known that most respondents are at the 3–5 year level, namely 143 or 34%.

4.2. Validity and reliability

The results of the validity and reliability tests using factor analysis and composite reliability are presented in *Table 2*. The value of standardized loading of each indicator (λ_i) and the value of the error variance associated with each indicator (ϵ_i) are used to determine the value of composite reliability and variant extraction per variable.

Based on *Table 2*, it can be seen that the factor loading coefficient of each indicator of each variable is valid. Decision-making regarding the suitability between the latent and observed variables is determined by the criteria for the minimum factor loading value of 0.5. Composite reliability for each variable ranges from 0.90–0.95; it is above the acceptance value of the reliability limit of 0.7. The variance extraction value is at the level of the acceptance limit, which is a minimum value of 0.5. Variations of values ranged from 0.76–0.85.

4.3. Goodness of fit results

The research model was tested based on the goodness of fit test using chi-square, CMIN/DF, GFI, AGFI, RMSEA, TLI, CFI, and ECVI. The overall model test results are summarized in *Table 3*.

Based on the data, we found that there were 224 or 53% male, while females were as many as 202 or 47%. Based on age category, most respondents were 17–23 years, as many as 192 or 45%. Based on the habit or playing habits seen from the duration of time per day, most respondents played for 1–3 hours per day, which was 152 or 36%. Based on the experience aspect, it is known that most respondents are at the 3–5 year level, namely 143 or 34%.

4.2. Validity and reliability

The results of the validity and reliability tests using factor analysis and composite reliability are presented in *Table 2*. The value of standardized loading of

each indicator (λ_i) and the value of the error variance associated with each indicator (ϵ_i) are used to determine the value of composite reliability and variant extraction per variable.

Based on *Table 2*, it can be seen that the factor loading coefficient of each indicator of each variable is valid. Decision-making regarding the suitability between the latent and observed variables is determined by the criteria for the minimum factor loading value of 0.5. Composite reliability for each variable ranges from 0.90–0.95; it is above the acceptance value of the reliability limit of 0.7. The variance extraction value is at the level of the acceptance limit, which is a minimum value of 0.5. Variations of values ranged from 0.76–0.85.

4.3. Goodness of fit results

The research model was tested based on the goodness of fit test using chi-square, CMIN/DF, GFI, AGFI, RMSEA, TLI, CFI, and ECVI. The overall model test results are summarized in *Table 3*.

Table 3 shows that the overall research model is fit. The Chi-square value with a probability > 0.05 indicates the overall goodness-of-fit model. The recommended level of significant acceptance is $p = 0.05$, which means that the actual and predicted input matrices are not statistically different or fit. In addition, the results are reasonable criteria after testing the suitability of the RMSEA, GFI, AGFI, TLI, CFI, and ECVI values compared to the cut-off value of the structural model equation.

The causality test of the model in this study was grouped into two parts, namely causality in the male and female groups.

4.4. Model causality test – Gender group

Model analysis was carried out separately based on male and female groups. The results of the model causality test in the male group are graphically reflected in *Fig. 2*. The results of the regression weights between latent variables, often referred to as estimated loading factors or lambda values, can be used to analyse variable causality tests. Based on the significance of the t -value or CR (Critical Ratio) with a probability value $p = 0.05$. The results of the causality test regression weights for the male group are summarized in *Table 4*.

Based on the evaluation of the regression weights in *Table 4*, it can be explained that for the male group, there is an influence of emotional value variables on the

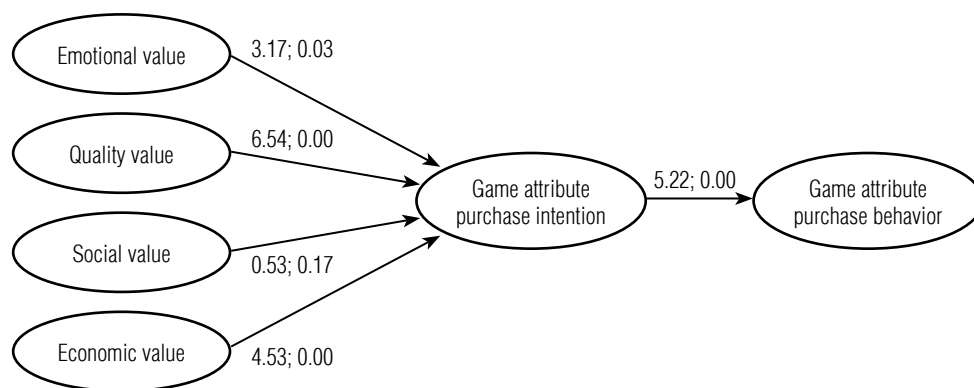


Fig. 2. Path Model – Male.

purchase intention of online game attribute products with a coefficient of 0.212 and a probability of 0.03, which means H1 is supported. The quality value variable significantly affects purchase intention with a coefficient of 0.477 and a probability of 0.00, which means H2 is supported. The social value variable has no significant effect on purchase intention of online game attribute products with a coefficient of 0.018 and a probability of 0.53, which means H3 is not supported. Economic value influences purchase intention of online game attribute products with a coefficient of 0.319 and a probability of 0.00, which means H4 is supported. The purchase intention variable significantly influences purchase behavior with a coefficient of 0.451 and a probability of 0.00, which means H5 is supported.

The results of the causality test model showing the relationship of emotional, quality, social and economic value in the female group are graphically shown in Fig. 3. The results of the causality test regression weights which consist of estimated values, critical ratios, and probability for the male group summarized in Table 5.

Based on the model test for the female group in Table 5, it can be seen that the emotional value variable has no significant effect on the purchase intention of online game attribute products with a coefficient of 0.086 and a probability of 0.98, which means H1 is not supported. The quality value variable has no significant effect on purchase intention in the female group with a coefficient of 0.091 and a probability of 0.09, which means H2 is not supported. The social value variable significantly affects the purchase intention of online game attribute products with a coefficient of 0.322 and a probability of 0.00, which means H3 is supported. Economic value significantly affects the purchase intention of online game attribute products with a coefficient of 0.127 and a probability

of 0.04, which means H4 is supported. The purchase intention variable significantly influences purchase behavior with a coefficient of 0.403 and a probability of 0.00, which means H5 is supported.

Based on the study of the two models between males and females, it can be seen that in the male group there is only one hypothesis that is not supported: the role of social values is different from the female group, which prioritizes this aspect. There are two unsupported hypotheses in the female model, namely the role of emotionality and quality value on purchase intention, which differ from the male group. The female users prioritized social values in buying online game attributes compared to males.

4.5. Discussion

Perceived value has a significant role in a company's competitiveness. Put another way, perceived value can be considered a source of competitive advantage [10]. Management of perceived value can be part of the consideration to influence consumer decisions. Perceived value follows its benefits as consumers perceive value regarding the benefits of the products used [16, 39]. Lovelock and Wirtz [28] state that perceived value is the value customers get by comparing perceived benefits with perceived costs. Perceived value can positively correlate with the benefits or by reducing required sacrifices [57]. If the perceived value is positive, it will encourage customers to feel the value obtained is better [58]. An increase in perceived value is when consumers want to benefit from the product. Higher perceived value can influence consumers to make purchase intentions in the future. The descriptive data also shows that respondents are dominated by respondents who have a long enough time spent, implying that consumers feel profoundly benefited by playing games online.

Table 2.

Composite reliability and variant extraction

Variable	λ_i	ε_i	Composite reliability	Variant extraction
Emotional value			0.93	0.81
Convenience	0.91	0.83		
Happiness	0.89	0.79		
Calm	0.87	0.76		
Playfulness	0.93	0.86		
Quality value			0.95	0.85
Performance	0.92	0.85		
Flexible	0.93	0.86		
Accessibility	0.91	0.83		
Functionality	0.92	0.85		
Social value			0.93	0.82
Interaction	0.89	0.79		
Communication	0.87	0.76		
Connectedness	0.93	0.86		
Social value	0.92	0.85		
Economic value			0.90	0.76
Suitability	0.87	0.76		
Affordability	0.86	0.74		
Appropriate rewards	0.91	0.83		
Fairness	0.84	0.71		
Online game attribute purchase intention			0.94	0.83
Desire to use	0.88	0.77		
Desire to find information	0.93	0.86		
Urge to buy	0.94	0.88		
Plan to buy	0.9	0.81		
Online game attribute purchase behavior			0.95	0.84
Decision	0.93	0.86		
Actual purchase	0.96	0.92		
Intensity of buying	0.91	0.83		

Table 3.

Goodness of fit

Index	Cut off Value	Result (male)	Result (female)	Model Evaluation
Chi square	Close to 0	92.832	91.221	Good
Probability	≥ 0.05	0.102	0.098	Good
CMIN/DF	≤ 2.00	1.112	1.003	Good
GFI	≥ 0.90	0.932	0.921	Good
AGFI	≥ 0.90	0.952	0.935	Good
RMSEA	≤ 0.08	0.023	0.034	Good
TLI	≥ 0.90	0.977	0.963	Good
CFI	≥ 0.90	0.972	0.952	Good
ECVI	<i>Default model < saturated model</i>	0.811 < 1.216	0.716 < 1.241	Good

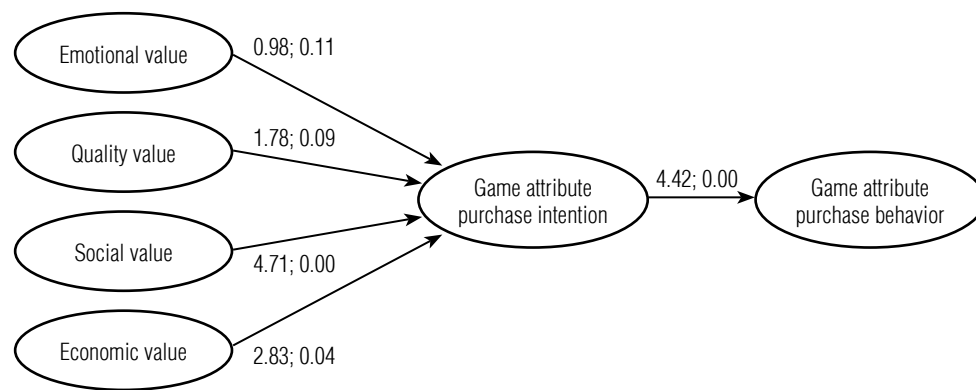


Fig. 3. Path Model – Female.

Emotionally, the value obtained by consumers, especially in online games, can be a sense of comfort. In online games, male consumers prioritize this aspect more than women [59]. The joy when interacting with other people in the game world is a strong impetus for men to pay for intention. The role of comfort in the intention to buy game products is reinforced by the findings of Lee [53]. Value-based on comfort is a reason that can partially explain why males are more interested in online games than females [60].

In general, Snoj [61] stated that the benefits could be measured from the quality perceived by consumers to feel more satisfied if the quality perceived by consumers is higher than expectations. Consumers who feel quality suitability will intend and are willing to pay or encourage

an actual purchase. Wei and Lu [41] stated that players could freely determine the time and place to play so that it is a value that is considered in playing the game. The form of freedom obtained is a value of control over behavior. Hsiao and Chen [16] found that quality value positively affects purchase intention. The online games are designed with an easy-to-access platform related to the quality of the platform. The value of quality proxied through freedom of access is preferred by male buying game attributes. These findings are based on the consideration that men attach importance to aspects of freedom [62] from the aspect of time and access, so males tend to be more aggressive than females towards online games [63].

Schiffman and Wisenblit [64] reveal that social value encouraged being accepted in the environment and

Table 4.

Evaluation of regression weights – Male group

Hypothesis	Variable	Estimation	CR	P	Conclusion
H1	Emotional value → Purchase intention	0.212	3.17	0.03	Supported
H2	Quality value → Purchase intention	0.477	6.54	0.00	Supported
H3	Social value → Purchase intention	0.018	0.53	0.17	Unsupported
H4	Economic value → Purchase intention	0.319	4.53	0.00	Supported
H5	Purchase intention → Purchase behavior	0.451	5.22	0.00	Supported

appreciated socially. Gounaris [65] explains that social motivation encourages purchasing a product to increase social values such as image, give a good impression, and provide social approval. Social motivation is formed because of the desire to be more accepted and appreciated in an unfulfilled environment. Interaction is a basic need, especially for females, so this value tends to be prioritized over men. According to gender socialization theory, females respond to something [66] and prioritize social identity more than males [38].

The customer's perceived value depends on the suitability of the price with consumer expectations. The magnitude of the economic value can affect the customer's perception of the economic value of the product obtained and the price to be paid. Price assessment is relative or depends on the customer's perception of receiving the product, so there is no definite benchmark in the level of consumer acceptance that brings consequences to purchases [64]. Male and female consum-

ers have the same perception of this economic value in purchasing online game attribute products. The primary consideration of users in playing games is the suitability of the monetary costs incurred with the satisfaction obtained [67] to encourage purchases [41].

5. Conclusion and suggestion

Determining online games' competitive advantage and product development can consider differences in values based on gender characteristics. The resistance to technological product innovation is highly dependent on the perceived value [68, 69]; therefore, understanding users' perceived value is expected to overcome the barriers to digital product innovation. Overall, this research finds that perceived value which consists of emotional, quality, social and economic value, influences purchase intention and ultimately shapes the buying behavior of online game product attributes.

Table 5.

Evaluation of regression weights – Female group

Hypothesis	Variable	Estimation	CR	P	Conclusion
H1	Emotional value → Purchase intention	0.086	0.98	0.11	Unsupported
H2	Quality value → Purchase intention	0.091	1.78	0.09	Unsupported
H3	Social value → Purchase intention	0.322	4.71	0.00	Supported
H4	Economic value → Purchase intention	0.127	2.83	0.04	Supported
H5	Purchase intention → Purchase behavior	0.403	4.42	0.00	Supported

There is a difference in each component of perceived value on purchase intention between male and female groups. There are differences in emotional, quality, and social value on purchase intention between male and female groups. Emotional and quality values do not affect the female group's pursuit intent, while social values do not significantly affect the male group. This finding emphasizes the need for in-game treatment attributes between males and females. Socially, women are more concerned with social values in interacting online so that the specific interactive level of women's groups can be considered better. The male group en-

joys a comfortable atmosphere while playing online games and likes the freedom to access online games, so online game developers can consider this aspect, such as product attributes that support comfort during playing. This research is also inseparable from several limitations, such as samples taken only in Indonesia, which has a different cultural perspective from other countries. Culture is also part of game behavior [70]. Hashimoto [71] explains that culture has a role in shaping gamers' attitudes. Future research can expand the sample and examine cultural aspects to enrich these findings. ■

References

1. Borowy M., Jin D.Y. (2013) Pioneering e-sport: The experience economy and the marketing of early 1980s arcade gaming contests. *International Journal of Communication*, vol. 7, pp. 2254–2274.
2. Jonasson K., Thiborg J. (2010) Electronic sport and its impact on future sport. *Sport in Society: Cultures, Commerce, Media, Politics*, vol. 13, no. 2, pp. 287–299. <https://doi.org/10.1080/17430430903522996>
3. Byun K.W., Kim S. (2020) A study on the effects of advertising attributes in YouTube e-sport video. *International Journal of Internet, Broadcasting and Communication*, vol. 12, no. 2, pp. 137–143. <https://doi.org/10.7236/IJIBC.2020.12.2.137>
4. Jin D.Y. (2010) *Korea's online gaming empire*. Cambridge, MA, MIT Press.
5. Barefoot K., Curtis D., Jolliff W., Nicholson J.R., Omohundro R. (2018) *Defining and measuring the digital economy*. Bureau of Economic Analysis, Washington, DC.
6. Park K. (2005) Internet economy of the online game business in South Korea: the case of NCsoft's lineage. *Digital economy: impacts, influences and challenges*. IGI Global, pp. 286–312.
7. Yoo J.M. (2015) Perceived value of game items and purchase intention. *Indian journal of science and technology*, vol. 8, no. 19, pp. 1–7. <https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8i19/77148>
8. Park B.W., Lee K.C. (2011) Exploring the value of purchasing online game items. *Computers in Human Behavior*, vol. 27, no. 6, pp. 2178–2185. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2011.06.013>
9. Yoo J.M. (2015) Perceived value of game items and purchase intention. *Indian Journal of Science and Technology*, vol. 8, no. 19, pp. 1–7. <https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8i19/77148>
10. Fan X.C., Luo H.C. (2003) Service enterprise competitiveness based on customer perceived value analysis. *Nankai Management Review Theory*, vol. 6, no. 6, pp. 41–45.
11. Chu C.W., Lu H.P. (2007) Factors influencing online music purchase intention in Taiwan: An empirical study based on the value-intention framework. *Internet Research*, vol. 17, no. 2, pp. 139–155. <https://doi.org/10.1108/10662240710737004>
12. Turel O., Serenko A., Bontis N. (2010) User acceptance of hedonic digital artifacts: A theory of consumption values perspective. *Information Management*, vol. 47, no. 1, pp. 53–59. <https://doi.org/10.1016/j.im.2009.10.002>
13. Guo Y., Barnes S. (2009) Virtual item purchase behavior in virtual worlds: An exploratory investigation. *Electronic Commerce Research*, vol. 9, pp. 77–96. <https://doi.org/10.1007/s10660-009-9032-6>
14. Lehdonvirta M., Nagashima Y., Lehdonvirta V., Baba A. (2012) The stoic male: How avatar gender affects help-seeking behavior in an online game. *Games and Culture*, vol. 7, no. 1, pp. 29–47. <https://doi.org/10.1177/1555412012440307>
15. Purnami L.D., Agus A.A. (2020) The effect of perceived value and mobile game loyalty on mobile game's in-app purchase intention. *2020.3rd International Conference on Computer and Informatics Engineering (IC2IE)*, pp. 224–229. <https://doi.org/10.1109/IC2IE50715.2020.9274662>
16. Hsiao K.L., Chen C.C. (2016) What drives in-app purchase intention for mobile games? An examination of perceived values and loyalty. *Electronic Commerce Research and Applications*, vol. 16, pp. 18–29. <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2016.01.001>
17. Chou C., Tsai M.J. (2007) Gender differences in Taiwan high school students' computer game playing. *Computers in Human Behavior*, vol. 23, no. 1, pp. 812–824. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2004.11.011>
18. Hussain Z., Griffiths M.D. (2008) Gender swapping and socializing in cyberspace: An exploratory study. *CyberPsychology Behavior*, vol. 11, pp. 47–53. <https://doi.org/10.1089/cpb.2007.0020>
19. Roberts L.D. (1999) The social geography of gender-switching in virtual environments on the internet. *Information, Communication, Society*, vol. 2, pp. 521–540. <https://doi.org/10.1080/136911899359538>

20. Serenko A., Turel O., Yol S. (2006) Moderating roles of user demographics in the American customer satisfaction model within the context of mobile services. *Journal of Information Technology Management*, vol. 17, no. 4, pp. 20–32.
21. Islam J.U., Rahman Z., Hollebeek L.D. (2018) Consumer engagement in online brand communities: A solicitation of congruity theory. *Internet Research*, vol. 28, no. 1, pp. 23–45. <https://doi.org/10.1108/IntR-09-2016-0279>
22. Yee N. (2008) Maps of digital desires: Exploring the topography of gender and play in online games. *Beyond Barbie and Mortal Kombat: New perspectives on gender and gaming*, pp. 83–96.
23. Williams D., Consalvo M., Caplan S., Yee N. (2009) Looking for gender: Gender roles and behaviors among online gamers. *Journal of communication*, vol. 59, no. 4, pp. 700–725. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.2009.01453.x>
24. Igbaria M., Chakrabarti A. (1990) Computer anxiety and attitudes towards microcomputer use. *Behavior and Information Technology*, vol. 9, pp. 229–241. <https://doi.org/10.1080/01449299008924239>
25. Schumacher P., Morahan–Martin J. (2001) Gender, Internet and computer attitudes and experiences. *Computers in human behavior*, vol. 17, no. 1, pp. 95–110. [https://doi.org/10.1016/S0747-5632\(00\)00032-7](https://doi.org/10.1016/S0747-5632(00)00032-7)
26. Griffiths M.D., Davies M.N.O., Chappell D. (2004) Online computer gaming: A comparison of adolescent and adult gamers. *Journal of Adolescence*, vol. 27, pp. 87–96. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2003.10.007>
27. Woodruff R.B. (1997) Customer value: The next source of competitive advantage. *Journal of the Academy of Marketing Science*, vol. 25, pp. 139–153. <https://doi.org/10.1007/BF02894350>
28. Wirtz J., Lovelock C. (2021) *Services marketing: People, technology, strategy, 9th edition*. World Scientific (US). <https://doi.org/10.1142/y0024>
29. Sweeney J.C., Soutar G.N. (2001) Consumer perceived value: The development of a multiple item scale. *Journal of Retailing*, vol. 77, no. 2, pp. 203–220. [https://doi.org/10.1016/S0022-4359\(01\)00041-0](https://doi.org/10.1016/S0022-4359(01)00041-0)
30. Zheng X., Men J., Yang F., Gong X. (2019) Understanding impulse buying in mobile commerce: An investigation into hedonic and utilitarian browsing. *International Journal Information Management*, vol. 48, pp. 151–160. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.02.010>
31. Lin H.–C., Bruning P.F., Swarna H. (2018) Using online opinion leaders to promote the hedonic and utilitarian value of products and services. *Business Horizons*, vol. 61, no. 3, pp. 431–442. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.01.010>
32. Putrevu S. (2001) Exploring the origins and information processing differences between men and women: Implications for advertisers. *Academy of Marketing Science Review*, vol. 10, no. 1, pp. 1–14.
33. Massar K., Buunk A.P. (2013) Gender differences in adolescent advertising response: The Role of involvement and message claim. *Psychology*, vol. 4, no. 7, pp. 547–552. <https://doi.org/10.4236/psych.2013.47078>
34. Darley W.K., Smith R.E. (1995) Gender differences in information processing strategies: An empirical test of the selectivity model in advertising response. *Journal of Advertising*, vol. 24, no. 1, pp. 41–56. <https://doi.org/10.1080/00913367.1995.10673467>
35. Kimbrough A.M., Guadagno R.E., Muscanell N.L., Dill J. (2013) Gender differences in mediated communication: Women connect more than do men. *Computers in Human Behavior*, vol. 29, no. 3, pp. 896–900. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.12.005>
36. Jeong E., Jang S. (2016) Moderating effects of self–image congruity on the relationship between advertisement message strength and revisiting intention. *Journal of Food service Business Research*, vol. 20, no. 2, pp. 238–248. <https://doi.org/10.1080/15378020.2016.1206771>
37. Salomon D. (2013) *Moving on from Facebook: Using Instagram to connect with undergraduates and engage in teaching and learning*. Chicago: College Research Libraries News. <https://doi.org/10.5860/crln.74.8.8991>
38. Liang J., Chen Y., Duan Y., Ni J. (2013) Gender differences in the relationship between experiential marketing and purchase intention. *The Journal of International Management Studies*, vol. 8, no. 1, pp. 10–19.
39. Lu H.P., Hsiao K.L. (2010) The influence of extro/introversion on the intention to pay for social networking sites. *Information Management*, vol. 47, no. 3, pp. 150–157. <https://doi.org/10.1016/j.im.2010.01.003>
40. Colwell J. (2007) Needs met through computer game play among adolescents. *Personality and Individual Differences*, vol. 43, no. 8, pp. 2072–2082. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2007.06.021>
41. Wei P.S., Lu H.P. (2014) Why do people play mobile social games? An examination of network externalities and of uses and gratifications. *Internet Research*, vol. 24, no. 3, pp. 313–331. <https://doi.org/10.1108/IntR-04-2013-0082>
42. Kim B., Choi M., Han I. (2009) User behaviours toward mobile data services: the role of perceived fee and prior experience. *Expert Systems with Applications*, vol. 36, no. 4, pp. 8528–8536. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.10.063>
43. Wang W.T., Li H.M. (2012) Factors influencing mobile services adoption: a brand equity perspective. *Internet Research*, vol. 22, no. 2, pp. 142–179. <https://doi.org/10.1108/10662241211214548>
44. Ma Q., Pearson J.M., Tadisina S. (2005) An exploratory study into factors of service quality for application service providers. *Information Management*, vol. 42, no. 8, pp. 1067–1080. <https://doi.org/10.1016/j.im.2004.11.007>
45. Lin H.F. (2007) The impact of website quality dimensions on customer satisfaction in the B2C e–commerce context. *Total Quality Management and Business Excellence*, vol. 18, no. 4, pp. 363–378. <https://doi.org/10.1080/14783360701231302>

46. Zhao L., Lu Y. (2012) Enhancing perceived interactivity through network externalities: An empirical study on micro-blogging service satisfaction and continuance intention. *Decision Support Systems*, vol. 53, no. 4, pp. 825–834. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.05.019>
47. Lee C., Kim O. (2017) Predictors of online game addiction among Korean adolescents. *Addiction Research Theory*, vol. 25, no. 1, pp. 58–66. <https://doi.org/10.1080/16066359.2016.1198474>
48. Yi Y., Jeon H. (2003) Effects of loyalty programs on value perception, program loyalty, and brand loyalty. *Journal of the Academy of Marketing Science*, vol. 31, no. 3, pp. 229–240. <https://doi.org/10.1177/0092070303031003002>
49. Hsiao K.L. (2013) Android smartphone adoption and intention to pay for mobile internet: perspectives from software, hardware, design, and value. *Library High Technology*, vol. 31, no. 2, pp. 216–235. <https://doi.org/10.1108/07378831311329022>
50. Peña–García N., Gil–Saura I., Rodríguez–Orejuela A., Siqueira–Junior J.R. (2020) Purchase intention and purchase behavior online: A cross–cultural approach. *Heliyon*, vol. 6, no. 6, e04284. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04284>
51. Bae J., Kim S.J., Kim K.H., Koo D.M. (2019) Affective value of game items: a mood management and selective exposure approach. *Internet Research*, vol. 29, no. 2, pp. 315–328. <https://doi.org/10.1108/INTR-12-2017-0477>
52. Ruangkanjanases A., Sahaphong P. (2015) Predicting consumer intention to purchase virtual goods in online games: empirical examination between Generation X and Generation Y in Thailand. *Advanced Science Letters*, vol. 21, no. 6, pp. 1830–1836. <https://doi.org/10.1166/asl.2015.6131>
53. Lee M.C. (2009) Understanding the behavioural intention to play online games: An extension of the theory of planned behaviour. *Online Information Review*, vol. 33, no. 5, pp. 849–872. <https://doi.org/10.1108/14684520911001873>
54. Hsu C.L., Lu H.P. (2007) Consumer behavior in online game communities: A motivational factor perspective. *Computers in Human Behavior*, vol. 23, no. 3, pp. 1642–1659. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2005.09.001>
55. Hsu C.L., Lin J.C.C. (2016) Effect of perceived value and social influences on mobile app stickiness and in-app purchase intention. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 108, pp. 42–53. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.04.012>
56. Davis R., Lang B., Gautam N. (2013) Modeling utilitarian hedonic dual mediation (UHDM) in the purchase and use of games. *Internet Research*, vol. 23, no. 2, pp. 229–256. <https://doi.org/10.1108/10662241311313330>
57. Yeh Y.P. (2016) Market orientation and service innovation on customer perceived value: The case of supermarket retailers. *Management Research Review*, vol. 39, no. 4, pp. 449–467. <https://doi.org/10.1108/MRR-08-2014-0205>
58. Chang K.C., Hsu C.L., Hsu Y.T., Chen M.C. (2019) How green marketing, perceived motives and incentives influence behavioral intentions. *Journal of Retailing and Consumer Services*, vol. 49, pp. 336–345. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.04.012>
59. Hartmann T., Möller I., Krause C. (2015) Factors underlying male and female use of violent video games. *New Media Society*, vol. 17, no. 11, pp. 1777–1794. <https://doi.org/10.1177/1461444814533067>
60. Charlton J.P., Danforth I.D.W. (2007) Distinguishing addiction and high engagement in the context of online game playing. *Computers in Human Behavior*, vol. 23, no. 4, pp. 1531–1548. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2005.07.002>
61. Snoj B., Korda A.P., Mumel D. (2004) The relationships among perceived quality, perceived risk and perceived product value. *Journal of product brand management*, vol. 13, no. 3, pp. 156–167. <https://doi.org/10.1108/10610420410538050>
62. Lehdonvirta V. (2009) Virtual item sales as a revenue model: Identifying attributes that drive purchase decisions. *Electronic Commerce Research*, vol. 9, pp. 97–113. <https://doi.org/10.1007/s10660-009-9028-2>
63. Roberti J.W. (2004) A review of behavioral and biological correlates of sensation seeking. *Journal of Research in Personality*, vol. 38, pp. 256–279. [https://doi.org/10.1016/S0092-6566\(03\)00067-9](https://doi.org/10.1016/S0092-6566(03)00067-9)
64. Schiffman L.G., Wisenblit J. (2014) *Consumer Behavior*. Pearson; 11th edition.
65. Gounaris S.P., Tzempelikos N.A., Chatzipanagiotou K. (2007) The relationships of customer–perceived value, satisfaction, loyalty and behavioral intentions. *Journal of Relationship Marketing*, vol. 6, no. 1, pp. 63–87.
66. Bakewell C., Mitchell W. (2006) Male versus female consumer decision-making styles. *Journal of Business Research*, vol. 59, no. 12, pp. 1297–1300. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2006.09.008>
67. Chu C.W., Lu H.P. (2007) Factors influencing online music purchase intention in Taiwan: An empirical study based on the value–intention framework. *Internet Research*, vol. 17, no. 2, pp. 139–155. <https://doi.org/10.1108/10662240710737004>
68. Uhlendorf K., Urich S. (2021) A multi-method analysis of sport spectator resistance to technological in-stadium innovations. *EASM 2021 Book of Abstracts, 29th European Sport Management Conference, 27 May – 19 November 2021*, pp. 68–70. <https://biblio.ugent.be/publication/8731816/file/8731817.pdf>
69. Huang D., Jin X., Coghlan A. (2021) Advances in consumer innovation resistance research: A review and research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 166, 120594. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120594>
70. Shaw A. (2010) What is video game culture? Cultural studies and game studies. *Games and culture*, vol. 5, no. 4, pp. 403–424. <https://doi.org/10.1177/1555412009360414>
71. Hashimoto H., Li Y., Yamagishi T. (2011) Beliefs and preferences in cultural agents and cultural game players. *Asian Journal of Social Psychology*, vol. 14, no. 2, pp. 140–147. <https://doi.org/10.1111/j.1467-839X.2010.01337.x>

About the author

Tony Wijaya

PhD in Marketing Management;

Associate Professor, Faculty of Economy, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia;

E-mail: tony@uny.ac.id

ORCID: 0000-0002-9666-9766

Воспринимаемые ценности и поведение пользователей при покупке атрибутов онлайн-игр: гендерный обзор

Т. Виджая

E-mail: tony@uny.ac.id

Universitas Negeri Yogyakarta (Yogyakarta State University)

Адрес: 1 Colombo Street, Sleman, Yogyakarta, Indonesia

Аннотация

Игровой бизнес быстро развивается, и это стимулирует цифровую экономику в Индонезии. Данное исследование направлено на изучение роли воспринимаемой ценности и поведения пользователей при покупке атрибутов онлайн-игр в Индонезии в зависимости от гендерных групп. Образцы были взяты из нескольких игровых онлайн-сообществ в Индонезии. Параметрами воспринимаемой ценности в этом исследовании являются значения эмоциональной, качественной, социальной и экономической ценности, и являются предшественниками для параметров намерения покупки атрибута онлайн-игры и параметров поведения при покупке. Данные были проанализированы с использованием моделирования структурными уравнениями. Результаты исследования показывают влияние на покупательские намерения воспринимаемой ценности, которая состоит из эмоциональной, качественной, социальной и экономической ценности и в конечном итоге формирует поведение пользователей при покупке атрибутивных товаров онлайн-игры. Существует разница в каждом компоненте воспринимаемой ценности поведения при покупке между мужской и женской группами. Эмоциональные и качественные ценности не влияют на стремление женской группы к успеху, в то время как социальные ценности не оказывают существенного влияния на мужскую группу.

Ключевые слова: цифровой продукт, киберпотребитель, электронный бизнес, гендерный эффект, киберспорт**Цитирование:** Wijaya T. Perceived values and purchase behavior of online game attribute products: Gender overview // Business Informatics. 2022. Vol. 16. No. 3. P. 68–84. DOI: 10.17323/2587-814X.2022.3.68.84

Литература

1. Borowy M., Jin D.Y. Pioneering e-sport: The experience economy and the marketing of early 1980s arcade gaming contests // *International Journal of Communication*. 2013. Vol. 7. P. 2254–2274.
2. Jonasson K., Thiborg J. Electronic sport and its impact on future sport // *Sport in Society: Cultures, Commerce, Media, Politics*. 2010. Vol. 13. No. 2. P. 287–299. <https://doi.org/10.1080/17430430903522996>
3. Byun K.W., Kim S. A study on the effects of advertising attributes in YouTube e-sport video // *International Journal of Internet, Broadcasting and Communication*. 2020. Vol. 12. No. 2. P. 137–143. <https://doi.org/10.7236/IJIBC.2020.12.2.137>
4. Jin D.Y. *Korea's online gaming empire*. Cambridge, MA, MIT Press, 2010.
5. Barefoot K., Curtis D., Jolliff W., Nicholson J.R., Omohundro R. *Defining and measuring the digital economy*. Bureau of Economic Analysis, Washington, DC, 2018.
6. Park K. Internet economy of the online game business in South Korea: the case of NCsoft's lineage // *Digital economy: impacts, influences and challenges*. IGI Global. 2005. P. 286–312.
7. Yoo J.M. Perceived value of game items and purchase intention // *Indian journal of science and technology*. 2015. Vol. 8. No. 19. P. 1–7. <https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8i19/77148>
8. Park B.W., Lee K.C. Exploring the value of purchasing online game items // *Computers in Human Behavior*. 2011. Vol. 27. No. 6. P. 2178–2185. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2011.06.013>
9. Yoo J.M. Perceived value of game items and purchase intention // *Indian Journal of Science and Technology*. 2015. Vol. 8. No. 19. P. 1–7. <https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8i19/77148>
10. Fan X.C., Luo H.C. Service enterprise competitiveness based on customer perceived value analysis // *Nankai Management Review Theory*. 2003. Vol. 6. No. 6. P. 41–45.
11. Chu C.W., Lu H.P. Factors influencing online music purchase intention in Taiwan: An empirical study based on the value-intention framework // *Internet Research*. 2007. Vol. 17. No. 2. P. 139–155. <https://doi.org/10.1108/10662240710737004>
12. Turel O., Serenko A., Bontis N. User acceptance of hedonic digital artifacts: A theory of consumption values perspective // *Information Management*. 2010. Vol. 47. No. 1. P. 53–59. <https://doi.org/10.1016/j.im.2009.10.002>
13. Guo Y., Barnes S. Virtual item purchase behavior in virtual worlds: An exploratory investigation // *Electronic Commerce Research*. 2009. Vol. 9. P. 77–96. <https://doi.org/10.1007/s10660-009-9032-6>
14. Lehdonvirta M., Nagashima Y., Lehdonvirta V., Baba A. The stoic male: How avatar gender affects help-seeking behavior in an online game // *Games and Culture*. 2012. Vol. 7. No. 1. P. 29–47. <https://doi.org/10.1177/1555412012440307>
15. Purnami L.D., Agus A.A. The effect of perceived value and mobile game loyalty on mobile game's in-app purchase intention // *2020 3rd International Conference on Computer and Informatics Engineering (IC2IE)*. 2020. P. 224–229. <https://doi.org/10.1109/IC2IE50715.2020.9274662>
16. Hsiao K.L., Chen C.C. What drives in-app purchase intention for mobile games? An examination of perceived values and loyalty // *Electronic Commerce Research and Applications*. 2016. Vol. 16. P. 18–29. <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2016.01.001>
17. Chou C., Tsai M.J. Gender differences in Taiwan high school students' computer game playing // *Computers in Human Behavior*. 2007. Vol. 23. No. 1. P. 812–824. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2004.11.011>
18. Hussain Z., Griffiths M.D. Gender swapping and socializing in cyberspace: An exploratory study // *CyberPsychology Behavior*. 2008. Vol. 11. P. 47–53. <https://doi.org/10.1089/cpb.2007.0020>
19. Roberts L.D. The social geography of gender-switching in virtual environments on the internet // *Information, Communication, Society*. 1999. Vol. 2. P. 521–540. <https://doi.org/10.1080/136911899359538>
20. Serenko A., Turel O., Yol S. Moderating roles of user demographics in the American customer satisfaction model within the context of mobile services // *Journal of Information Technology Management*. 2006. Vol. 17. No. 4. P. 20–32.
21. Islam J.U., Rahman Z., Hollebeek L.D. Consumer engagement in online brand communities: A solicitation of congruity theory // *Internet Research*. 2018. Vol. 28. No. 1. P. 23–45. <https://doi.org/10.1108/IntR-09-2016-0279>
22. Yee N. Maps of digital desires: Exploring the topography of gender and play in online games // *Beyond Barbie and Mortal Kombat: New perspectives on gender and gaming*. 2008. P. 83–96.
23. Williams D., Consalvo M., Caplan S., Yee N. Looking for gender: Gender roles and behaviors among online gamers // *Journal of communication*. 2009. Vol. 59. No. 4. P. 700–725. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.2009.01453.x>
24. Igbaria M., Chakrabarti A. Computer anxiety and attitudes towards microcomputer use // *Behavior and Information Technology*. 1990. Vol. 9. P. 229–241. <https://doi.org/10.1080/01449299008924239>
25. Schumacher P., Morahan-Martin J. Gender, Internet and computer attitudes and experiences // *Computers in human behavior*. 2001. Vol. 17. No. 1. P. 95–110. [https://doi.org/10.1016/S0747-5632\(00\)00032-7](https://doi.org/10.1016/S0747-5632(00)00032-7)

26. Griffiths M.D., Davies M.N.O., Chappell D. Online computer gaming: A comparison of adolescent and adult gamers // *Journal of Adolescence*. 2004. Vol. 27. P. 87–96. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2003.10.007>
27. Woodruff R.B. Customer value: The next source of competitive advantage // *Journal of the Academy of Marketing Science*. 1997. Vol. 25. P. 139–153. <https://doi.org/10.1007/BF02894350>
28. Wirtz J., Lovelock C. *Services marketing: People, technology, strategy*, 9th edition. World Scientific (US), 2021. <https://doi.org/10.1142/y0024>
29. Sweeney J.C., Soutar G.N. Consumer perceived value: The development of a multiple item scale // *Journal of Retailing*. 2001. Vol. 77. No. 2. P. 203–220. [https://doi.org/10.1016/S0022-4359\(01\)00041-0](https://doi.org/10.1016/S0022-4359(01)00041-0)
30. Zheng X., Men J., Yang F., Gong X. Understanding impulse buying in mobile commerce: An investigation into hedonic and utilitarian browsing // *International Journal Information Management*. 2019. Vol. 48. P. 151–160. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.02.010>
31. Lin H.–C., Bruning P.F., Swarna H. Using online opinion leaders to promote the hedonic and utilitarian value of products and services // *Business Horizons*. 2018. Vol. 61. No. 3. P. 431–442. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.01.010>
32. Putrevu S. Exploring the origins and information processing differences between men and women: Implications for advertisers // *Academy of Marketing Science Review*. 2001. Vol. 10. No. 1. P. 1–14.
33. Massar K., Buunk A.P. Gender differences in adolescent advertising response: The Role of involvement and message claim // *Psychology*. 2013. Vol. 4. No. 7. P. 547–552. <https://doi.org/10.4236/psych.2013.47078>
34. Darley W.K., Smith R.E. Gender differences in information processing strategies: An empirical test of the selectivity model in advertising response // *Journal of Advertising*. 1995. Vol. 24. No. 1. P. 41–56. <https://doi.org/10.1080/00913367.1995.10673467>
35. Kimbrough A.M., Guadagno R.E., Muscanell N.L., Dill J. Gender differences in mediated communication: Women connect more than do men // *Computers in Human Behavior*. 2013. Vol. 29. No. 3. P. 896–900. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.12.005>
36. Jeong E., Jang S. Moderating effects of self–image congruity on the relationship between advertisement message strength and revisiting intention // *Journal of Food service Business Research*. 2016. Vol. 20. No. 2. P. 238–248. <https://doi.org/10.1080/15378020.2016.1206771>
37. Salomon D. *Moving on from Facebook: Using Instagram to connect with undergraduates and engage in teaching and learning*. Chicago: College Research Libraries News, 2013. <https://doi.org/10.5860/crl.n.74.8.8991>
38. Liang J., Chen Y., Duan Y., Ni J. Gender differences in the relationship between experiential marketing and purchase intention // *The Journal of International Management Studies*. 2013. Vol. 8. No. 1. P. 10–19.
39. Lu H.P., Hsiao K.L. The influence of extro/introversion on the intention to pay for social networking sites // *Information Management*. 2010. Vol. 47. No. 3. P. 150–157. <https://doi.org/10.1016/j.im.2010.01.003>
40. Colwell J. Needs met through computer game play among adolescents // *Personality and Individual Differences*. 2007. Vol. 43. No. 8. P. 2072–2082. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2007.06.021>
41. Wei P.S., Lu H.P. Why do people play mobile social games? An examination of network externalities and of uses and gratifications // *Internet Research*. 2014. Vol. 24. No. 3. P. 313–331. <https://doi.org/10.1108/IntR-04-2013-0082>
42. Kim B., Choi M., Han I. User behaviours toward mobile data services: the role of perceived fee and prior experience // *Expert Systems with Applications*. 2009. Vol. 36. No. 4. P. 8528–8536. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.10.063>
43. Wang W.T., Li H.M. Factors influencing mobile services adoption: a brand equity perspective // *Internet Research*. 2012. Vol. 22. No. 2. P. 142–179. <https://doi.org/10.1108/10662241211214548>
44. Ma Q., Pearson J.M., Tadisina S. An exploratory study into factors of service quality for application service providers // *Information Management*. 2005. Vol. 42. No. 8. P. 1067–1080. <https://doi.org/10.1016/j.im.2004.11.007>
45. Lin H.F. The impact of website quality dimensions on customer satisfaction in the B2C e–commerce context // *Total Quality Management and Business Excellence*. 2007. Vol. 18. No. 4. P. 363–378. <https://doi.org/10.1080/14783360701231302>
46. Zhao L., Lu Y. Enhancing perceived interactivity through network externalities: An empirical study on micro–blogging service satisfaction and continuance intention // *Decision Support Systems*. 2012. Vol. 53. No. 4. P. 825–834. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.05.019>
47. Lee C., Kim O. Predictors of online game addiction among Korean adolescents // *Addiction Research Theory*. 2017. Vol. 25. No. 1. P. 58–66. <https://doi.org/10.1080/16066359.2016.1198474>
48. Yi Y., Jeon H. Effects of loyalty programs on value perception, program loyalty, and brand loyalty // *Journal of the Academy of Marketing Science*. 2003. Vol. 31. No. 3. P. 229–240. <https://doi.org/10.1177/0092070303031003002>
49. Hsiao K.L. Android smartphone adoption and intention to pay for mobile internet: perspectives from software, hardware, design, and value // *Library High Technology*. 2013. Vol. 31. No. 2. P. 216–235. <https://doi.org/10.1108/07378831311329022>
50. Peña–García N., Gil–Saura I., Rodríguez–Orejuela A., Siqueira–Junior J.R. Purchase intention and purchase behavior online: A cross–cultural approach // *Heliyon*. 2020. Vol. 6. No. 6, e04284. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04284>
51. Bae J., Kim S.J., Kim K.H., Koo D.M. Affective value of game items: a mood management and selective exposure approach // *Internet Research*. 2019. Vol. 29. No. 2. P. 315–328. <https://doi.org/10.1108/INTR-12-2017-0477>

52. Ruangkanjanases A., Sahaphong P. Predicting consumer intention to purchase virtual goods in online games: empirical examination between Generation X and Generation Y in Thailand // *Advanced Science Letters*. 2015. Vol. 21. No. 6. P. 1830–1836. <https://doi.org/10.1166/asl.2015.6131>
53. Lee M.C. Understanding the behavioural intention to play online games: An extension of the theory of planned behaviour // *Online Information Review*. 2009. Vol. 33. No. 5. P. 849–872. <https://doi.org/10.1108/14684520911001873>
54. Hsu C.L., Lu H.P. Consumer behavior in online game communities: A motivational factor perspective // *Computers in Human Behavior*. 2007. Vol. 23. No. 3. P. 1642–1659. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2005.09.001>
55. Hsu C.L., Lin J.C.C. Effect of perceived value and social influences on mobile app stickiness and in-app purchase intention // *Technological Forecasting and Social Change*. 2016. Vol. 108. P. 42–53. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.04.012>
56. Davis R., Lang B., Gautam N. Modeling utilitarian hedonic dual mediation (UHDM) in the purchase and use of games // *Internet Research*. 2013. Vol. 23. No. 2. P. 229–256. <https://doi.org/10.1108/10662241311313330>
57. Yeh Y.P. Market orientation and service innovation on customer perceived value: The case of supermarket retailers // *Management Research Review*. 2016. Vol. 39. No. 4. P. 449–467. <https://doi.org/10.1108/MRR-08-2014-0205>
58. Chang K.C., Hsu C.L., Hsu Y.T., Chen M.C. How green marketing, perceived motives and incentives influence behavioral intentions // *Journal of Retailing and Consumer Services*. 2019. Vol. 49. P. 336–345. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.04.012>
59. Hartmann T., Möller I., Krause C. Factors underlying male and female use of violent video games // *New Media Society*. 2015. Vol. 17. No. 11. P. 1777–1794. <https://doi.org/10.1177/1461444814533067>
60. Charlton J.P., Danforth I.D.W. Distinguishing addiction and high engagement in the context of online game playing // *Computers in Human Behavior*. 2007. Vol. 23. No. 4. P. 1531–1548. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2005.07.002>
61. Snoj B., Korda A.P., Mumel D. The relationships among perceived quality, perceived risk and perceived product value // *Journal of product brand management*. 2004. Vol. 13. No. 3. P. 156–167. <https://doi.org/10.1108/10610420410538050>
62. Lehdonvirta V. Virtual item sales as a revenue model: Identifying attributes that drive purchase decisions // *Electronic Commerce Research*. 2009. Vol. 9. P. 97–113. <https://doi.org/10.1007/s10660-009-9028-2>
63. Roberti J.W. A review of behavioral and biological correlates of sensation seeking // *Journal of Research in Personality*. 2004. Vol. 38. P. 256–279. [https://doi.org/10.1016/S0092-6566\(03\)00067-9](https://doi.org/10.1016/S0092-6566(03)00067-9)
64. Schiffman L.G., Wisenblit J. *Consumer Behavior*. Pearson; 11th edition, 2014.
65. Gounaris S.P., Tzempelikos N.A., Chatzipanagiotou K. The relationships of customer–perceived value, satisfaction, loyalty and behavioral intentions // *Journal of Relationship Marketing*. 2007. Vol. 6. No. 1. P. 63–87.
66. Bakewell C., Mitchell W. Male versus female consumer decision-making styles // *Journal of Business Research*. 2006. Vol. 59. No. 12. P. 1297–1300. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2006.09.008>
67. Chu C.W., Lu H.P. Factors influencing online music purchase intention in Taiwan: An empirical study based on the value–intention framework // *Internet Research*. 2007. Vol. 17. No. 2. P. 139–155. <https://doi.org/10.1108/10662240710737004>
68. Uhlendorf K., Uhrich S. A multi-method analysis of sport spectator resistance to technological in-stadium innovations // *EASM 2021 Book of Abstracts, 29th European Sport Management Conference, 27 May – 19 November 2021*. P. 68–70. <https://biblio.ugent.be/publication/8731816/file/8731817.pdf>
69. Huang D., Jin X., Coghlan A. Advances in consumer innovation resistance research: A review and research agenda // *Technological Forecasting and Social Change*. 2021. Vol. 166, 120594. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120594>
70. Shaw A. What is video game culture? Cultural studies and game studies // *Games and culture*. 2010. Vol. 5. No. 4. P. 403–424. <https://doi.org/10.1177/1555412009360414>
71. Hashimoto H., Li Y., Yamagishi T. Beliefs and preferences in cultural agents and cultural game players // *Asian Journal of Social Psychology*. 2011. Vol. 14. No. 2. P. 140–147. <https://doi.org/10.1111/j.1467-839X.2010.01337.x>

Об авторе

Тони Виджая

PhD in Marketing Management;

Associate Professor, Faculty of Economy, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia;

E-mail: tony@uny.ac.id

ORCID: 0000-0002-9666-9766

Метод выявления конфликтных отношений между субъектами бизнес-процессов на основе парных корреляций взаимных оценок

В.М. Краев^a 

E-mail: kraevvm@mail.ru

И.С. Масич^b 

E-mail: imasich@sfu-kras.ru

А.И. Тихонов^a 

E-mail: mai512hr@mail.ru

^a Московский авиационный институт

Адрес: Россия, 125080, г. Москва, Волоколамское ш., д. 4

^b Сибирский федеральный университет

Адрес: Россия, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, д. 79

Аннотация

Рассматривается метод выявления конфликтных отношений между субъектами бизнес-процессов. Важность предлагаемого решения обусловлена высокой чувствительностью бизнес-процессов современных высокотехнологичных предприятий к негативным факторам и необходимостью выработки корректных управленческих решений в конфликтных ситуациях. Способность компании выявлять внутренние конфликты и формировать управленческие решения с их учетом является признаком эффективного бизнес-процесса. Доступные для практического применения современные методы выявления конфликтов способны идентифицировать конфликтные ситуации уже на стадии открытого конфликта, когда влияние конфликта на бизнес-процесс уже ощутимо и связано с ухудшением показателей предприятия. К сожалению, эти методы обладают весомым недостатком, так как не способны идентифицировать конфликты на ранней стадии, когда воздействие ситуации на бизнес-процесс не ощутимо. Предложен инновационный, основанный на аналитической обработке опросных данных, подход, который способен идентифицировать скрытые конфликты среди сотрудников предприятия. Выявление конфликтной ситуации на ранней стадии дает возможность управлять конфликтом и снизить финансовые потери компании.

Ключевые слова: конфликтная ситуация, анализ данных опроса, управление кадровыми конфликтами, скрытый конфликт

Цитирование: Краев В.М., Масич И.С., Тихонов А.И. Метод выявления конфликтных отношений между субъектами бизнес-процессов на основе парных корреляций взаимных оценок // Бизнес-информатика. 2022. Т. 16. № 3. С. 85–97. DOI: [10.17323/2587-814X.2022.3.85.97](https://doi.org/10.17323/2587-814X.2022.3.85.97)

Введение

О тличительной особенностью наукоемких компаний является высокая концентрация человеческого интеллектуального ресурса. Бизнес-процессы современных высокотехнологичных предприятий определяются в том числе отсутствием противоречий среди сотрудников в интересах, целях, взглядах и т.д., т.е. отсутствием конфликтных ситуаций. Актуальность выявления конфликтов среди сотрудников только возрастает [1].

В статье представлена метод анализа данных для реализации нового подхода к выявлению скрытых конфликтных ситуаций. В дальнейшем будем рассматривать конфликтную ситуацию не только как проявление разногласий, противоречий во мнениях, но также и как отклонение от привычных отношений среди сотрудников в бизнес-процессе. Риск-менеджмент описывает такие отклонения как риски, которые приводят финансовым потерям в бизнес-процессе [2], которые уменьшают прибыль компании. У компаний не так много инструментов для выявления конфликтных ситуаций среди сотрудников. Среди этих методов стоит отметить использование технических средств, применяемых для индивидуальных психофизиологических исследований, называемых также «полиграфом» или «детектором лжи». К достоинствам «полиграфа» можно отнести возможность выявления конфликтов среди сотрудников на скрытой стадии [3, 4]. Однако существенная стоимость таких исследований не позволяет применять их массово в масштабе всего предприятия. Современные статистические методы выявления конфликтов подходят для массового применения, но обладают существенным недостатком из-за неспособности выявлять конфликтные ситуации на стадии скрытого конфликта, т.е. тогда, когда риски конфликтов еще не реализовались в полном масштабе и ущерб от них незначителен [5].

Таким образом, используемые до настоящего времени методы выявления конфликтов не позволяют минимизировать стоимость рискованных потерь и приводят к ухудшению экономических показателей. Современные методы выявления конфликтных ситуаций основаны на опросных данных оценок одного сотрудника его коллегами. Такой подход не позволяет выявлять конфликтные ситуации на ранней стадии развития конфликта.

1. Цель и задачи исследования

Целью исследования является разработка метода выявления конфликтных ситуаций среди персонала на ранней стадии. Задачей исследования является разработка такого метода, который способен идентифицировать конфликтные ситуации между субъектами бизнес-процесса на ранней стадии (т.е. еще в период их скрытой фазы) с целью уменьшить уровень рисков бизнес-процесса, связанных с взаимоотношениями сотрудников, и снизить финансовые потери предприятия.

Метод должен идентифицировать конфликтные отношения между конкретными парами субъектов конфликта, не допуская развития конфликтной ситуации, вовлечения других участников и выхода конфликта на открытую стадию, сопряженную с финансовым ущербом.

2. Современное состояние проблемы

Современные исследователи конфликтов определили роль конфликтов в безопасности как на уровне производственного процесса, так и на уровне государства как существенную. Так Анцупов [6] обосновывает тезис, что на уровне страны, социальные и внутриличностные конфликты являются одним из главных неявных факторов поражений государства. Тем самым он делает объективный вывод о важности всестороннего изучения конфликтов для обеспечения безопасности России.

Авторы [7] сформулировали проблему в том, что с одной стороны, существует необходимость управления конфликтами среди персонала, а, с другой стороны, кадровые и социальные методы и технологии для их профилактики недостаточно эффективны. Согласно данным исследования [8], 32% сотрудников промышленных предприятий сообщили, что в компаниях периодически возникают конфликтные ситуации.

Причем межличностный конфликт воспринимается как ситуация противостояния и осязаемая психологическая проблема [9].

Важным аспектом является сегментация конфликтов на этапы жизненного цикла. В [10] сформулированы такие этапы: латентный, начало открытого конфликтного взаимодействия, развитие открытого конфликта и разрешение конфликта. Наш взгляд предотвращение открытого конфликта, т.е. его идентификация на латентном этапе и раз-

решение, является перспективным направлением. Обратим внимание на то, что в латентный период происходит возникновение и развитие конфликтной ситуации вначале без явного осознания будущими участниками и осознание конфликтной ситуации хотя бы одним из участников. Стоит отметить, что быстрота выявления конфликтной ситуации даже в фазе возникновения, т.е. без явного осознания участниками, имеет первостепенное значение для принятия управленческих решений.

Среди основоположников классических исследований межличностных отношений можно назвать Джейкоба Морено [11], который сформировал новое направление — социометрию. Это направление позволяет быстро и технически достаточно просто провести количественную оценку основных характеристик межличностных отношений группы. Социометрия активно используется для изучения взаимоотношений в спортивных командах [12], когда бесконфликтная психологическая атмосфера является обязательным условием успешного выступления на состязаниях. Среди применяемых методов активно используются метод оценки партнеров по команде и метод выбора наиболее предпочтительных партнеров.

На социометрической методике основана модульная методика диагностики межличностных конфликтов [13]. Согласно этой методике, оценивается отношение к сотрудникам со стороны каждого из коллег по работе. Сопоставление ответов формирует список наиболее и наименее конфликтных участников. При этом формирование индекса конфликтности в паре производится исходя из сложения оценочных баллов.

Современные условия цифровизации формируют новые условия и предпосылки возникновения и развития конфликтов с одной стороны. С другой стороны, цифровизация дает возможность использования современных информационных технологий для исследования конфликтов и ускорения развития конфликтологии.

Среди подходов в области обработки экспериментальных данных стоит привести метод анализа иерархий (Analytic Hierarchy Process, АНР), предложенный в 1980-х годах Томасом Саати (Thomas L. Saaty) [14]. Автор разработал научный метод принятия решений, основанный на иерархических структурах и вынесении суждений. Саати считает целесообразным применять шкалы абсолютных значений, которые отражают уровень превосходства одного элемента над другим.

По мнению Саати [14] выбор весов и критериев для формирования итогового рейтинга является важной задачей. Выработку оптимального управленческого решения следует сегментировать на этапы:

- ♦ постановка задачи и определение вид требуемых данных;
- ♦ формирование иерархии решений и цели через промежуточные уровни (критерии, от которых зависят последующие элементы) до самого низкого уровня;
- ♦ построение набора матриц попарного сравнения, когда каждый элемент в верхнем уровне используется для сравнения элементов на уровне непосредственно ниже по отношению к нему;
- ♦ расчет весов, полученных в результате сравнений для каждого элемента.

Саати считает важным выбор шкалы измерений, которая демонстрирует преобладанием одного элемента над другим по отношению к выбранному параметру. Для примера, Саати демонстрирует шкалу для сравнения относительного потребления напитков в США и считает целесообразным применение обратной величины параметра. Результаты использования метода АНР [14] выявили предпочтения в потреблении напитков и дали объективную информацию для управленческих решений при планировании объемов закупок. Также Саати применял свой метод при принятии управленческих решений в сфере занятости населения. Результатом его исследования было направление деятельности после получения ученой степени — работа в корпоративном бизнесе или преподавание в школе или вузе [14]. В его исследованиях также показано, что применение среднего геометрического, а не часто используемого среднего арифметического, более целесообразно в подобных моделях. Саати обосновывает это тем, что субъекты опроса, фактически эксперты, не всегда готовы формулировать свои суждения, а только конечные результаты, полученные каждым из их собственной иерархии. Для таких случаев, по мнению авторов, следует использовать среднее геометрическое значение конечных результатов. Т.к. субъекты опроса обладают различными субъективными приоритетами важности параметров, то результаты их суждений должны учитывать субъективный приоритет, и после этого формируется среднее геометрическое значение. Учет взаимосвязи между событиями с использованием модели АНР проведен Саати в другой работе

[15], где авторы рассматривали взаимное влияние выигрыша и проигрыша. Было проведено попарное сравнение событий, и они доказали необходимость использования корреляционных зависимостей в модели АНР. Сравнение результатов модели и реальных данных продемонстрировало высокое совпадение – 85,10% [15].

Фактически в модели авторов [14, 15] уже используются корреляционные зависимости. Однако модель Саати не позволяет выявлять конфликтную пары субъектов опроса.

Развитие метода АНР получило в исследовании Казутомо Нишизавы (Kazutomo Nishizawa) [16], где автор предлагает расширить попарные сравнения процесса аналитической иерархии АНР и указывает на ограничения в традиционном АНР. Он поясняет, что в традиционном АНР существуют ограничения, такие как свойство взаимности элементов матрицы попарного сравнения. Основываясь на матрице не взаимной оценки путем взаимной оценки, Нишизава предлагает метод решения матрицы оценки для получения идеально согласованного собственного вектора. В его методе значения полученного собственного вектора больше даже если меньшее значение оценки является более важным. Кроме того, для принятия управленческого решения представляется вектор окончательной оценки, объединяющий результаты хорошо обусловленного вектора и плохо обусловленного вектора. В качестве примера рассмотрены взаимные оценки работы студентов. Оценка проводилась по 10 критериям, и общий максимальный балл составил 50 баллов. Оценка каждого студента проводилась его коллегами – студентами. В этой работе рассмотрен метод взаимной оценки со сравнением в АНР. Предлагаемый метод был построен на основе предыдущих исследований автора [16]. Практика использования корреляционных и взаимных оценок считается современным способом увеличения уровня объективности и точности обработки опросных данных. В рассмотренных работах ведущих ученых в этой области [14–16] не предлагается решения по выявлению именно конфликтных пар. Сформулированная задача и подходы ее решения имеют определенную научную новизну и возможность дальнейшего развития.

Рассматриваемый перспективный метод базируется на взаимных оценках субъектов опроса – кросс-корреляциях. Балльный подход в системе оценки является традиционным подходом и отражает лишь субъективное мнение об конкретном

субъекте остальных субъектов. Для выявления конфликта отличие конкретного значения параметра от среднего среди остальных субъектов должно быть существенным, либо оно не будет зафиксировано. Для увеличения точности модели логично увеличение количества респондентов, т.е. субъектов, производящих оценку. Однако эта мера не приведет к увеличению чувствительности модели, скорее наоборот. Увеличение объема выборки субъектов опроса повлияет лишь на точность уровня конфликтности, но не на чувствительность модели к скрытым конфликтам. Этот подход считается традиционным в сфере оценки персонала, однако такой подход не позволяет ответить на вопрос, какие именно пары субъектов конфликтуют из-за того, что оценка одного субъекта среди всех коллег не будет различима. Для увеличения чувствительности модели к конфликтной ситуации необходимо разработать критерии, которые будут отражать уровень конфликтности именно между двумя конкретными субъектами. Именно этот параметр является самым важным, т.к. он характеризует способность модели выявлять конфликтное состояние на ранней стадии. Вопрос выбора критерия для оценки является принципиальным [14]. Сформулируем ряд требований к критериям для выявления скрытых конфликтов на базе опросных данных среди сотрудников. Первое условие – критерии должны быть объективными, т.е. сформированы на основании опросных данных. Второе – критерии должны обладать высокой чувствительностью к конфликтной паре, т.е. выделять ее среди всех возможных комбинаций. Третье – не подвергаться влиянию сильных отклонений в опросных данных, которые несут характер ошибок.

3. Описание предлагаемого метода

Основой для исследования является массив данных взаимных оценок субъектов бизнес-процесса. Т.е. каждый субъект оценивает всех остальных субъектов, и формируется двумерный массив данных по числу субъектов. Получаемая матрица $A = \{a_{ij}\}$ представляет собой результат опроса. Для модели оценки могут использоваться любая ранговая шкала. Выбор шкалы для модели представляет отдельную задачу и в рамках данной работы не рассматривается.

Для возникновения конфликтной ситуации необходимо наличие как минимум двух участников.

Это условие возникновения конфликта будет использовано при построении нового подхода. Применение кросскорреляционных критериев, т.е. критериев, которые характеризуют отличительные особенности взаимоотношений между конкретной парой субъектов считаем целесообразным. Предполагаем, что значение такого критерия оценки участников конфликта отличается от всех остальных оценок субъектов существенно, что позволит идентифицировать даже незначительные отклонения взаимоотношений двух субъектов. Т.е. появляется возможность выявления «скрытого конфликта», когда уровень конфликтности двух субъектов еще незначителен.

Пусть a_{ij} – величина оценки i -го субъекта j -м субъектом, причем $a_{ij} \in [0, 1]$, $i, j = 1, \dots, n$, где n – число рассматриваемых субъектов.

Как мы уже говорили выше, для взаимной оценки субъектов можно применять различные шкалы, тем самым упрощая или усложняя уровень оценочного этапа. Например, при применении самой простой двоичной системы оценки (1 или 0), субъекты должны сформировать свое мнение на уровне «положительно/отрицательно» («нравится/не нравится»). Однако такой подход исключает различные промежуточные значения мнений и, несмотря на его простоту, в данном случае не применим. Считаем целесообразным применение хотя бы пяти уровней оценки. В дальнейшем будем рассматривать оценки в нормированном виде, т.е. в диапазоне 0...1.

Соблюдая условие, о необходимости оценки взаимоотношений между двумя субъектами формируем критерии на базе простого перемножения значений a_{ij} и a_{ji} . Либо можно использовать величины $(1 - a_{ij})$ и $(1 - a_{ji})$ для отражения уровня негативности между двумя субъектами.

Уровень конфликтности между двумя субъектами на основе их оценок друг друга может быть определен простым выражением:

$$R_{ij}^{(1)} = a_{ij} \cdot a_{ji}. \quad (1)$$

Низкие значения функции $R_{ij}^{(1)}$ свидетельствуют о взаимно низкой оценке субъектов и могут являться показателем конфликтной ситуации между ними. Выбор функционала для $R_{ij}^{(1)}$ как простого перемножения соответствует рассмотренным выше требованиям к модели: объективность критерия и высокая чувствительность. Именно такой вид зависимости дает существенное отличие в слу-

чае именно взаимных негативных оценок. Такая форма позволит избежать ошибок в случае, когда один субъект оценивает другого на низком уровне, а обратная оценка является нейтральной.

Однако низкое значение оценки a_{ij} может отражать как негативное отношение субъекта i к субъекту j , так и являться показателем общего состояния субъекта i по оцениваемому критерию. Т.е., при таком виде функционал (1) будет подвержен ошибке, которая формируется на основании общего состояния одного из субъектов исследуемой пары.

Для выявления негативного отношения рассмотрим механизм занижение оценки:

$$L_i^{(j)} = \begin{cases} A_i - a_{ij}, & \text{если } a_{ij} < A_i \\ 0, & \text{если } a_{ij} \geq A_i, \end{cases} \quad (2)$$

$$A_i = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{l=1, l \neq i}^n a_{il}, \quad (3)$$

где A_i – усредненная оценка субъекта остальными участниками бизнес-процесса.

Тогда уровень конфликтности можно определить на основе занижения оценок:

$$R_{ij}^{(1)} = L_i^{(j)} L_j^{(i)}. \quad (4)$$

В качестве аргументов модели возможно применять как индексы, так и численные величины. Формирование оценочной шкалы является отдельной задачей и ее целесообразно рассмотреть в рамках следующей работы.

В дальнейшем необходимо определить пороговые значения критерия.

4. Иллюстративный пример

Предлагаемый метод был протестирован в рамках исследования по выявлению конфликтов среди студентов третьего курса. Предполагаем, что за время обучения у исследуемой группы сформировались определенные, в т.ч. латентные конфликтные отношения [17]. Исходные опросные данные могут быть представлены в различных шкалах и диапазонах. В опросе применялась шкала от 1 до 10, где 1 балл соответствовал максимально негативному отношению к оцениваемому, 10 баллов – максимально позитивному.

Преобразуем все численные оценки в сегмент $[0, 1]$ (таблица 1).

Таблица 1.

**Пример опросных данных модели
управления конфликтами после преобразования**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	0,2	1	1	0,5	0,7	0,8	0,5	0,5	0,7	0,8	0,9	0,7	1	0,7	0,6
2	0,4	0,8	0,5	0,3	0,1	0,9	1	0,6	0,5	0,6	0,7	0,8	1	0,5	0,5	0,8
3	0,9	0,5	0,9	0,8	0,7	0,7	0,9	0,8	1	1	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6
4	0,8	0,6	0,7	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7
5	0,5	1	0,6	0,5	0,7	0,8	0,7	1	0,6	0,8	0,5	0,6	0,6	0,4	0,7	0,2
6	0,6	0,7	0,3	0,6	0,5	1	0,8	0,8	0,7	0,8	0,6	0,8	0,7	0,8	0,7	0,6
7	0,8	0,7	0,5	0,8	0,5	0,7	1	0,7	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7
8	0,7	0,2	0,4	0,4	0,9	0,9	0,7	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	0,9	0,7	0,6	0,4
9	0,6	0,6	1	0,6	0,7	1	0,8	0,8	1	1	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	0,7
10	0,7	0,5	1	0,9	0,7	0,7	0,7	0,6	0,9	1	0,8	0,7	0,6	0,8	0,7	0,5
11	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4
12	1	0,5	0,7	1	0,5	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	1	0,7	1	0,7	0,7
13	0,5	1	0,4	0,6	0,7	0,7	0,9	0,7	0,8	0,6	0,4	0,9	0,7	0,8	0,5	1
14	1	0,7	0,8	1	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	1	0,9	1	0,9	0,9
15	0,8	0,5	0,5	0,8	0,3	0,8	0,9	0,2	0,7	0,6	0,8	0,7	0,7	0,8	1	0,7
16	0,3	0,8	0,4	0,5	0,4	0,4	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	1	0,7	0,7	0,9

Вычисление кросскорреляционных коэффициентов для конфликтных пар (таблица 1) по (1) показало, что значения коэффициентов находятся в диапазоне 0,18 ... 1.

Выявление конфликтных пар было выполнено с помощью простого правила сравнения: $R < \gamma$, где R — используемый критерий, $\gamma \in (0,1)$ — применяемый порог. В рассматриваемом случае к латентным конфликтным парам были отнесены пары, для которых выполняется условие $R_{ij}^{(1)} < 0,25$. Выбор границы конфликтности представляет самостоятельную задачу, определяемую пользователем на основании экспертных оценок либо на основании ранее проявившихся прецедентов (задача определения пороговых значений [18]).

В выборку, соответствующую условию $R_{ij}^{(1)} < 0,25$, попали 19 пар респондентов. Для четырех пар $0,08 < R_{ij}^{(1)} < 0,12$, три пары попали в диапазон $0,13 < R_{ij}^{(1)} < 0,18$, а остальные 12 пар оказались в интервале $0,19 < R_{ij}^{(1)} < 0,25$.

Обратим внимание на то, что для некоторых конфликтных пар критерий $R_{ij}^{(1)}$ не является однозначным. Например, $R_{ij}^{(1)}$ для пар 5/2 и 16/5 по-

казывает однозначно конфликтную ситуацию — значения кросскорреляционных коэффициентов 0,10 и 0,08 соответственно. Рассмотрим исходные данные для этих пар (таблица 1). Оценки для этих пар 1 и 0,1 для 5/2, и 0,4 и 0,2 для 16/5 дают неоднозначный ответ. Имеем ввиду, что взаимоотношения в паре 16/5 однозначно можно считать конфликтными, а в паре 5/2 такой вывод делать преждевременно, т.к. взаимные оценки 1 и 0,1 не свидетельствуют о наличии латентного конфликта. Возникает необходимость учета равномерности оценок между субъектами.

К простым решениям нелинейных задач оптимизации относится использование так называемых штрафных функций [19]. Штрафные функции позволяют преобразовать первоначальную задачу с введением определенных ограничений. Идея ограничения, о котором идет речь заключается в использовании штрафа к исходной функции таким образом, чтобы нарушение введенного ограничения приводило к изменению функции и становилось невыгодным с точки зрения задачи безусловной оптимизации.

В нашем случае нужна функция, которая бы исключала пары из числа конфликтных при существенной неравномерности взаимных оценок.

$$M_{ij} = (a_{ij} - a_{ji})^2, \quad (5)$$

где $(a_{ij} - a_{ji})$ отражает неравномерность оценок.

Применение штрафа в виде M_{ij} позволит повысить значения кросс-корреляционных функций $R_{ij}^{(1)}$ пар, взаимные оценки которых существенно неравнозначны. Повышение значения кросс-корреляционных функций $R_{ij}^{(1)}$ выведет конкретную пару из группы конфликтных.

С учетом (5) применим критерий, учитывающий штраф:

$$R_{ij}^{(2)} = a_{ij}a_{ji} + M_{ij}, \quad (6)$$

$$\text{или } R_{ij}^{(2)} = a_{ij}a_{ji} + (a_{ij} - a_{ji})^2. \quad (7)$$

Применение этого критерия $R_{ij}^{(2)}$ приведено в таблице 2.

В таблице 2 для разграничения конфликтных и неконфликтных пар также используется граница 0,25, как и в таблице 1.

Анализ критерия $R_{ij}^{(2)}$ для конфликтных пар показывает существенное отличие значений от остальных пар субъектов. Обоснованное применение критерия $R_{ij}^{(2)}$ приводит не только к отличию по количеству конфликтных пар от $R_{ij}^{(1)}$. Важно отметить качественное отличие $R_{ij}^{(2)}$ от $R_{ij}^{(1)}$ ввиду способности $R_{ij}^{(2)}$ исключать «неполноценный конфликт», когда один из субъектов не проявляет явной неприязни к контрагенту. Т.е. для конфликтных пар субъектов значение критерия $R_{ij}^{(2)}$ является значимым и обоснованным.

На рисунке 1 приведено сравнение критериев $R_{ij}^{(1)}$ и $R_{ij}^{(2)}$. Критерий $R_{ij}^{(2)}$ – критерий с учетом штрафа – позволяет однозначно идентифицировать пары конфликтных субъектов, т.е. те точки, которые расположены ниже горизонтальной линии «границы неконфликтности 0,25».

Пары субъектов лексикографически упорядочены по следующему принципу: (1, 2), (1, 3), ..., (1, n), (2, 3), (2, 4), ..., (n – 1, n), где n – число субъектов.

Ось ординат – значение критериев, ось абсцисс – порядковые номера k пар (i, j), которые вычисляются следующим образом:

Таблица 2.

Кросскорреляционные коэффициенты для конфликтных пар $R_{ij}^{(2)}$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1,00	0,12	0,91	0,84	0,25	0,43	0,64	0,39	0,31	0,49	0,52	0,91	0,39	1,00	0,57	0,27
2		0,64	0,26	0,27	0,91	0,59	0,79	0,28	0,31	0,31	0,39	0,49	1,00	0,39	0,50	0,64
3			0,81	0,57	0,43	0,37	0,61	0,48	1,00	1,00	0,48	0,57	0,37	0,57	0,51	0,28
4				0,49	0,25	0,36	0,57	0,21	0,43	0,67	0,37	0,84	0,43	0,84	0,81	0,39
5					0,49	0,49	0,39	0,91	0,43	0,57	0,25	0,31	0,43	0,21	0,37	0,12
6						1,00	0,57	0,73	0,79	0,57	0,31	0,64	0,49	0,52	0,57	0,28
7							1,00	0,49	0,49	0,43	0,39	0,56	0,73	0,52	1,08	0,43
8								0,82	0,64	0,43	0,39	0,49	0,67	0,43	0,28	0,28
9									1,00	0,91	0,49	0,43	0,64	0,57	0,49	0,49
10										1,00	0,49	0,49	0,36	0,64	0,43	0,31
11											0,49	0,39	0,21	0,48	0,49	0,37
12												1,00	0,67	1,00	0,49	0,43
13													0,49	0,73	0,39	1,00
14														1,00	0,73	0,67
15															1,00	0,49
16																0,90

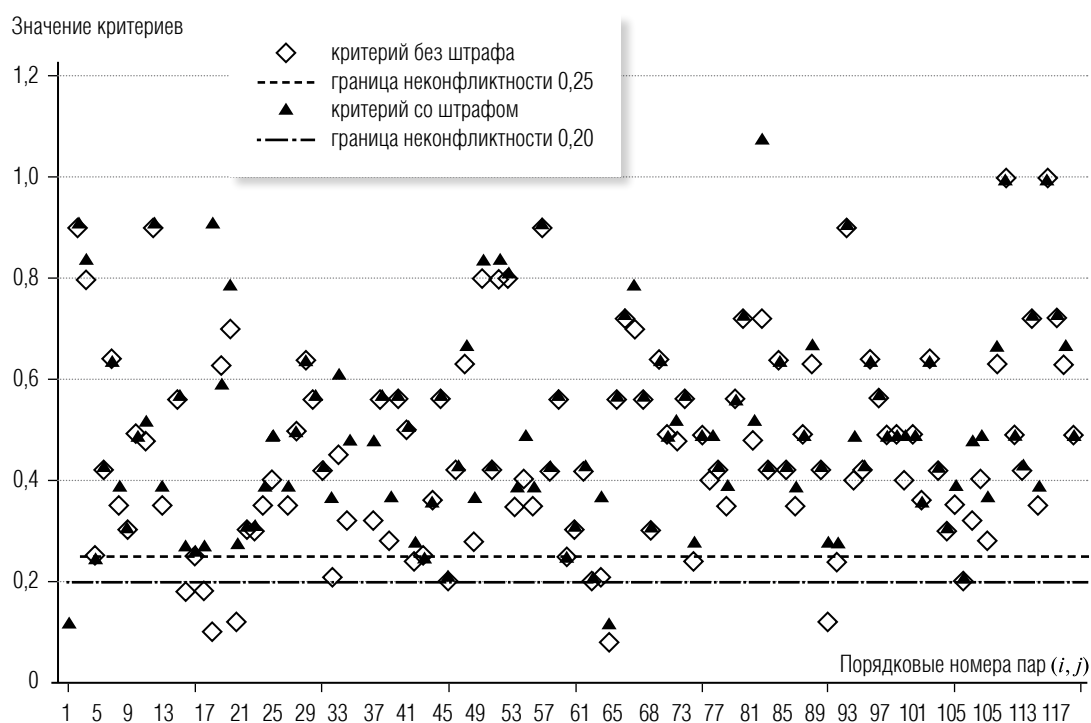


Рис.1. Сравнение критериев $R_{ij}^{(1)}$ (критерий без штрафа) и $R_{ij}^{(2)}$ (критерий со штрафом).

$$k = j + (i-1)n - \frac{i(i+1)}{2}, \quad (8)$$

где j и i номера столбцов и строк субъектов в массиве.

Критерий $R_{ij}^{(2)}$ демонстрирует хорошие идентификационные возможности и не реагирует на ситуации, когда один из субъектов оценивает другого отрицательно, а тот, в свою очередь, оценивает его положительно. Например, субъекты пары 2/5 оценивают уровень конфликтности друг друга как 0,1 и 1 (см. таблицу 1), и такая пара должна быть исключена из результатов ввиду не очевидности конфликтной оценки с каждого субъекта.

На примере данных конфликтных пар, чей уровень неконфликтности ниже 0,25, (рисунок 1), таких конфликтных пар шесть: 1/2, 4/8, 5/11, 5/14, 5/16 и 11/13. Рассмотрим взаимные оценки выявленных пар (см. таблицу 1): 1/2 – 0,2 и 0,4; 4/8 – 0,4 и 0,5; 5/11 – 0,5 и 0,5; 5/14 – 0,4 и 0,5; 5/16 – 0,2 и 0,4; 11/13 – 0,4 и 0,5.

В случае применения более жесткого критерия – неконфликтность 0,2 – таких конфликтных пар всего две: 1/2 и 5/16. На рисунке 1 они находятся под номерами 1 и 65 по горизонтальной оси соответственно.

Предлагаемый метод обладает еще одной способностью по выявлению «конфликтов интересов» между сотрудниками компании. Под конфликтами интересов мы понимаем ситуации или условия, когда личный интерес сотрудника оказывает влияние на исполнение им должностных обязанностей. Предпосылками такого личного интереса являются чрезмерно позитивные, дружеские взаимоотношения между сотрудниками. Т.е. выявляя чрезвычайно дружеские отношения между сотрудниками можно выявлять потенциальные конфликты интересов. В качестве исходной функции применим уже рассмотренную выше кросс-корреляционную.

Так, для анализа чрезмерно позитивного отношения исследуемых пар является объективным также применение критерия $R_{ij}^{(1)}$. Поскольку критерий $R_{ij}^{(1)}$ выявляет не негативные, а позитивные взаимные оценки субъектов исследования, то нет необходимости применения штрафа M_{ij} .

Наибольшие значения кросс-корреляционного критерия $R_{ij}^{(1)}$ демонстрируют чрезмерно позитивное отношение между субъектами (рисунок 2).

При анализе результатов определения конфликтов интересов обратим внимание на максимальные

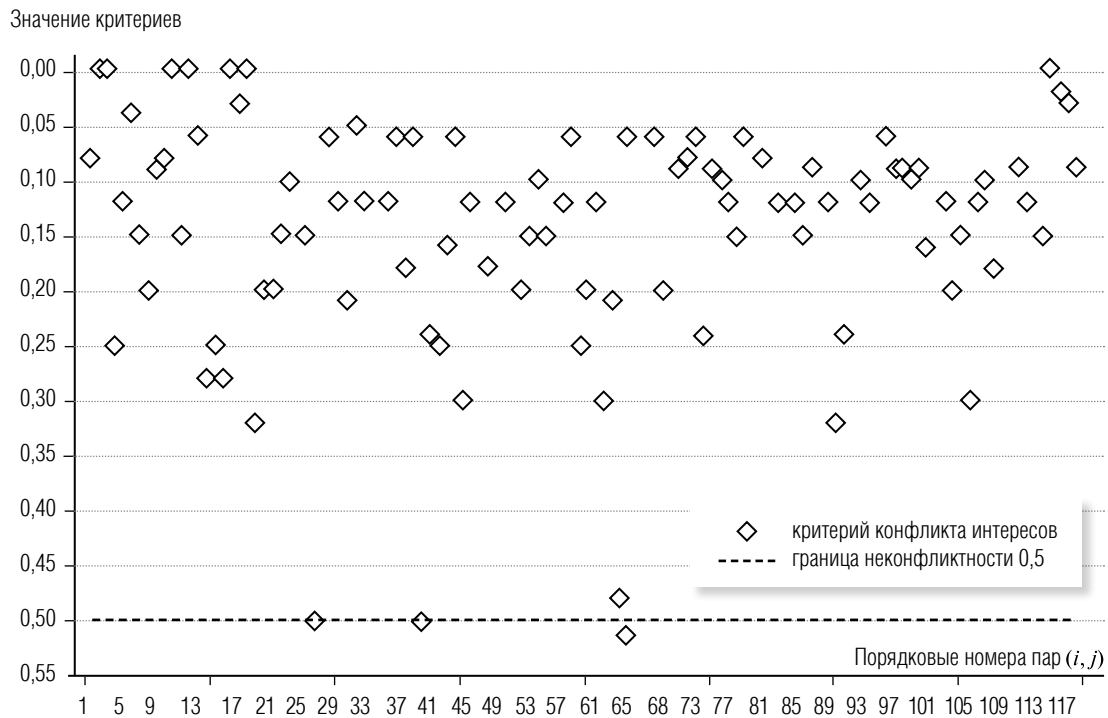


Рис.2. Результаты выявления конфликта интересов по критерию $R_{ij}^{(1)}$.

значения $R_{ij}^{(1)} = 0,5$. Они свидетельствуют о наличии чрезмерно позитивных взаимных отношений между субъектами исследования. Т.о. пары респондентов с номерами 28 и 41 демонстрируют чрезмерно дружеские отношения, которые также нужно учитывать при принятии кадровых решений.

Представленная метод на базе данных опросного мероприятия применяет другой, отличный от традиционного, уровень определения функциональной зависимости между конфликтными парами. Применение такого инновационного инструмента существенно повышает способность компании по выявлению конфликтов на ранней стадии, что позволяет учитывать полученную информацию в стратегии компании [20–25]. В результате обработки опросных данных по представленной модели компания-пользователь получает объективную информацию на базе актуальных данных.

Современные внешние условия, такие как последствия Covid-19, оказывают отрицательное психологическое воздействие на уровень конфликтности внутри компании. Не исключен рост конфликтов между сотрудниками подразделения [21], для выявления которых на ранней стадии не существует эффективных инструментов.

5. Результаты исследования и их обсуждение

Проведем анализ результатов исследования по предложенной модели. При определении эффективности традиционного подхода рассмотрим опросные данные, приведенные выше (таблица 1). Средние значение оценок каждого сотрудника не будут заметно отличаться, что показывает неспособность традиционного подхода выявлять скрытые конфликты.

Обратим внимание на работы в области обработки данных и аналитических моделей. Выше мы уже упомянули работы Саати, который представил новый научный метод принятия решений, основанный на иерархических структурах и вынесении суждений процесс аналитической иерархии (АНР) [5].

Процесс аналитической иерархии использует идею выработки критерия посредством попарных сравнений данных, которые основываются на экспертном мнении при определении шкал приоритетов. Именно эти шкалы используются в относительном выражении для принятия управленческих решений.

Представленный метод и его апробация на данных опроса студентов третьего курса показали хорошую его эффективность. Под эффективность данного метода понимается способность однозначно определять самые конфликтные пары, в отношении которых должна быть проведена работа. В исследовании из группы 16 человек выявлена одна пара, находящиеся в состоянии латентного конфликта. Также подтверждена функциональность метода для идентификации конфликтов интересов. Однако в ходе исследования выявлены недостатки, которые должны стать направлениями для дальнейших исследований.

В первую очередь необходимо обратить внимание на шкалу, применяемую в опросах. С одной стороны, градация шкалы должна максимально понятной для респондентов. И как правило, это требование приводит к сокращению количества интервалов. В другой стороны, точность исследования напрямую зависит от количества интервалов. Т.е. необходимо определить оптимальное количество интервалов в опросной шкале.

Другой выявленной проблемой является повышение чувствительности метода. Т.е. в результате его применения должны выявляться самые конфликт-

ные пары. С точки зрения анализа данных значения кросскорреляционных индексов для этих пар должно существенно отличаться от остальных тем самым облегчая их идентификацию.

Исследования в рассматриваемой области показывают, что использование корреляционных и взаимных оценок имеет перспективы с целью повышения чувствительности и точности моделей.

Заключение

Представленная в статье метод выявления конфликтных ситуаций использует обработку опросных данных с помощью кросскорреляционных критериев. Такой подход способен идентифицировать именно конфликтные пары и даже в случаях, когда осредненная оценка конфликтности конкретного субъекта не способна это сделать.

Применение описанного в статье подхода дает возможность выявить конфликтные пары при скрытом протекании конфликта на латентном этапе, когда риск ущерба для бизнес-процесса еще незначителен. Т.е. метод позволит своевременно принимать управленческие решения и существенно снизить потенциальные потери для компании. ■

Литература

1. Elkatawneh H. Conflict analysis models/ Circle of conflict – case study // SSRN Electronic Journal. 2011. Vol. 4. No. 2. P. 32–39. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2138702>
2. Kraev V.M., Tikhonov A.I. Risk management in human resource management // TEM Journal. 2019. Vol. 8. No. 4. P. 1185–1190.
3. Widacki J. First attempts at practical use of instrumental lie detection // European Polygraph. 2019. Vol. 13. No. 4. P. 203–222. <https://doi.org/10.2478/ep-2019-0014>
4. Mashtakov V.A., Belov V.M. Modeling of a hardware and software complex “Poligraf” based on freely distributable microcontroller platforms // Безопасность цифровых технологий. 2021. № 4 (103). С. 9–19. DOI: 10.17212/2782-2230-2021-4-9-19
5. Краев В.М., Тихонов А.И. Риск-менеджмент в управлении кадрами // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2016. № 8-2 (21). С. 22–25.
6. Анцупов А.Я. Конфликты как угроза безопасности России // Мировые цивилизации. 2019. Т. 4. № 3–4. С. 15–22. [Электронный ресурс]: <https://wcj.world/PDF/07PSMZ319.pdf> (дата обращения 15.09.2022).
7. Гагаринская Г.П., Калмыкова О.Ю., Гагаринский А.В. Профилактика конфликтных ситуаций в организации // Кадровик. 2008. № 7. С. 30–36.
8. Калмыкова О.Ю., Гагаринская Г.П. Внедрение организационного конфликт менеджмента в систему стратегического управления // Интернет-журнал «Науковедение». 2014. Выпуск 5 (24), 32EVN514. [Электронный ресурс] <http://naukovedenie.ru/PDF/32EVN514.pdf> (дата обращения 15.09.2022).
9. Гришина Н.В. Психология конфликта: учеб. пособие. СПб: Питер, 2016.
10. Анцупов А.Я. Конфликтология: Учебник для вузов. 6-е изд. / А.Я. Анцупов, А.И. Шипилов. СПб: Питер, 2019.
11. Золотовицкий Р.А. Социометрия Я.Л. Морено: мера общения // Социологические исследования. 2002. № 4. С. 103–113.
12. Родионов А.В. Психология физического воспитания и спорта: Учебник для вузов. М.: Академический Проект, Фонд «Мир», 2004.
13. Анцупов А.Я., Баклановский С.В. Конфликтология. М.: Юнити, 2020.
14. Saaty T.L. Decision making with the analytic hierarchy process // International Journal of Services Sciences. 2008. Vol. 1. No. 1. P. 83–98.

15. Gu W., Saaty T.L. Predicting the outcome of a tennis tournament: Based on both data and judgments // *Journal of Systems Science and Systems Engineering*. 2019. Vol. 28. P. 317–343. <https://doi.org/10.1007/s11518-018-5395-3>
16. Nishizawa K. Mutual evaluation and solution method // *Intelligent Decision Technologies* 2019. Smart Innovation, Systems and Technologies. Vol. 143 (eds. I. Czarnowski, R. Howlett, L. Jain). Springer, Singapore, 2019. P. 231–240. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8303-8_20
17. Гришина Н.В. Экзистенциальная психология: учебник. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2018.
18. Lupu E., Sloman M. Conflict analysis for management policies // *Integrated Network Management V. IFIP – The International Federation for Information Processing* (eds. A.A. Lazar, R. Saracco, R. Stadler). Springer, Boston, MA, 1997. P. 430–443. https://doi.org/10.1007/978-0-387-35180-3_32
19. Masich I.S., Kraeva E.M. Identification of cut-points in test parameters for classification of industrial products // *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. Vol. 1679. 032060.
20. Al-Shaer E., Hamed H., Boutaba R., Hasan M. Conflict classification and analysis of distributed firewall policies // *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*. 2005. Vol. 23. No. 10. P. 2069–2084. <https://doi.org/10.1109/JSAC.2005.854119>
21. Antamoshkin A., Masich I. Pseudo-Boolean optimization in case of an unconnected feasible set // *Models and Algorithms for Global Optimization. Optimization and Its Applications*. Vol. 4 (eds. A. Törn, J. Žilinskas). Springer, Boston, MA, 2007. P. 111–122. https://doi.org/10.1007/978-0-387-36721-7_7
22. Hamed H., Al-Shaer E. Taxonomy of conflicts in network security policies // *IEEE Communications Magazine*. 2006. Vol. 44. P. 134–141.
23. Al-Shaer E.S., Hamed H.H. Firewall policy advisor for anomaly discovery and rule editing // *Integrated Network Management VIII. Managing It All. IFIP/IEEE Eighth International Symposium on Integrated Network Management (IM 2003)*, Colorado Springs, CO, USA, 2003. P. 17–30.
24. Pisharody S. Policy conflict management in distributed SDN environments (Doctoral Dissertation). Tempe: Arizona State University, 2017.
25. Tran C.N., Danciu V. A general approach to conflict detection in software-defined networks // *SN Computer Science*. 2020. Vol. 1. Article number 9. P. 9:1–9:14. <https://doi.org/10.1007/s42979-019-0009-9>

Об авторах

Краев Вячеслав Михайлович

профессор кафедры управления персоналом, Московский авиационный институт, 125080, г. Москва, Волоколамское ш., 4;
E-mail: kraevvm@mail.ru
ORCID: 0000-0002-4198-4443

Масич Игорь Сергеевич

профессор кафедры информационных систем, Сибирский федеральный университет, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79;
ORCID: 0000-0002-3997-342X
E-mail: imasich@sfu-kras.ru

Тихонов Алексей Иванович

заведующий кафедрой управления персоналом, Московский авиационный институт, 125080, г. Москва, Волоколамское ш., 4;
ORCID: 0000-0002-6095-1620
E-mail: mai512hr@mail.ru

A method for identifying conflict relations between business process subjects based on paired correlations of mutual assessments

Viacheslav M. Kraev^a

E-mail: kraevvm@mail.ru

Igor S. Masich^bE-mail: imasich@sfu-kras.ru**Alexei I. Tikhonov^a**E-mail: mai512hr@mail.ru^a Moscow Aviation Institute (National Research University)
Address: 4, Volokolamskoe shosse, Moscow 125080, Russia^b Siberian Federal University
Address: 79, Svobodny pr., Krasnoyarsk 660041, Russia

Abstract

In this paper, a method of identifying conflict relations between the subjects of business processes is presented. The proposed solution seems quite important due to the high sensitivity of modern high-tech enterprises' business processes to negative factors, as well as the need to develop correct management decisions in conflict situations. A company's ability to identify internal conflicts and to take them into account during management decision-making is a feature of an effective business process. Modern methods of conflict detection that are available for practical use are able to identify conflict situations only at the stage of open conflict. In this case, the impact of the conflict on the business process is already material and may lead to deterioration in the company's performance. Unfortunately, existing methods have a significant disadvantage: they are not able to identify conflicts at an early stage, when the impact of the situation on the business process is not noticeable. An innovative approach based on analytical processing of survey-based data is proposed. This approach is able to identify hidden conflicts among employees of the enterprise. Identifying a conflict situation at an early stage makes it possible to manage conflict and reduce subsequent financial loss.

Keywords: conflict situation, survey-based data analysis, personnel conflict management, hidden conflict

Citation: Kraev V.M., Masich I.S., Tikhonov A.I. (2022) A method for identifying conflict relations between business process subjects based on paired correlations of mutual assessments. *Business Informatics*, vol. 16, no. 3, pp. 85–97. DOI: 10.17323/2587-814X.2022.3.85.97

References

1. Elkatawneh H. (2011) Conflict analysis models/ Circle of conflict – case study. *SSRN Electronic Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 32–39. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2138702>
2. Kraev V.M., Tikhonov A.I. (2019) Risk management in human resource management. *TEM Journal*, vol. 8, no. 4, pp. 1185–1190.
3. Widacki J. (2019) First attempts at practical use of instrumental lie detection. *European Polygraph*, vol. 13, no. 4, pp. 203–222. <https://doi.org/10.2478/ep-2019-0014>
4. Mashtakov V.A., Belov V.M. (2021) Modeling of a hardware and software complex “Poligraf” based on freely distributable microcontroller platforms. *Bezopasnost' tsifrovyykh tekhnologiy = Digital Technology Security*, no. 4 (103), pp. 9–19. <https://doi.org/10.17212/2782-2230-2021-4-9-19>
5. Kraev V.M., Tikhonov A.I. (2016) Risk management in human resources management. *Competitiveness in a global world: economics, science, technology*, no. 8-2, pp. 22–25 (in Russian).
6. Ancupov A.Y. (2019) Conflicts as a threat to Russia's security. *World civilizations*, vol. 4, nos. 3–4, pp. 15–22. Available at: <https://wcj.world/PDF/07PSMZ319.pdf> (accessed 15 September 2022) (in Russian).
7. Gagarinskaya G.P., Kalmykova O.Y., Gagarinskij A.V. (2008) Prevention of conflict situations in the organization. *Kadrovik. Kadrovyy menedzhment*, no. 7, pp. 30–36 (in Russian).
8. Kalmykova O.Y., Gagarinskaya G.P. (2014) Introduction of organizational conflict management in the strategic management system. *Internet-zhurnal Naukovedenie*, no. 5 (24), 32EVN514. Available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/32EVN514.pdf> (accessed 15 September 2022) (in Russian).
9. Grishina N.V. (2016) *Psychology of conflict*. St. Petersburg: Peter (in Russian).

10. Ancupov A.Y., Shipilov A.I. (2019) *Conflictology*. St. Petersburg: Peter (in Russian).
11. Zolotovitskiy P.A. (2002) Sociometry of J.L. Moreno: a measure of communication. *Sociologicheskie issledovaniya*, no. 4, pp. 103–113 (in Russian).
12. Rodionov A.V. (2004) *Psychology of physical education and sports*. Moscow: Akademicheskij Proekt, Fond “Mir” (in Russian).
13. Antsupov A.Ya., Baklanovsky S.V. (2020) *Conflictology*. Moscow: Unity (in Russian).
14. Saaty T.L. (2008) Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, vol. 1, no. 1, pp. 83–98.
15. Gu W., Saaty T.L. (2019) Predicting the outcome of a tennis tournament: Based on both data and judgments. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, vol. 28, pp. 317–343. <https://doi.org/10.1007/s11518-018-5395-3>
16. Nishizawa K. (2019) Mutual evaluation and solution method. *Intelligent Decision Technologies 2019. Smart Innovation, Systems and Technologies*, vol. 143 (eds. I. Czarnowski, R. Howlett, L. Jain). Springer, Singapore, pp. 231–240. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8303-8_20
17. Grishina N.V. (2018) *Existential psychology*. SPb.: Saint Petersburg University Press (in Russian).
18. Lupu E., Sloman M. (1997) Conflict analysis for management policies. *Integrated Network Management V. IFIP – The International Federation for Information Processing* (eds. A.A. Lazar, R. Saracco, R. Stadler). Springer, Boston, MA, pp. 430–443. https://doi.org/10.1007/978-0-387-35180-3_32
19. Masich I.S., Kraeva E.M. (2020) Identification of cut-points in test parameters for classification of industrial products. *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1679, 032060.
20. Al-Shaer E., Hamed H., Boutaba R., Hasan M. (2005) Conflict classification and analysis of distributed firewall policies. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 23, no. 10, pp. 2069–2084. <https://doi.org/10.1109/JSAC.2005.854119>
21. Antamoshkin A., Masich I. (2007) Pseudo-Boolean optimization in case of an unconnected feasible set. *Models and Algorithms for Global Optimization. Optimization and Its Applications*, vol. 4 (eds. A. Törn, J. Žilinskas). Springer, Boston, MA, pp. 111–122. https://doi.org/10.1007/978-0-387-36721-7_7
22. Hamed H., Al-Shaer E. (2006) Taxonomy of conflicts in network security policies. *IEEE Communications Magazine*, vol. 44, pp. 134–141.
23. Al-Shaer E.S., Hamed H.H. (2003) Firewall policy advisor for anomaly discovery and rule editing. *Integrated Network Management VIII. Managing It All. IFIP/IEEE Eighth International Symposium on Integrated Network Management (IM 2003), Colorado Springs, CO, USA, 24–28 March 2003*, pp. 17–30.
24. Pisharody S. (2017) *Policy conflict management in distributed SDN environments* (Doctoral Dissertation). Tempe: Arizona State University.
25. Tran C.N., Danciu V. (2020) A general approach to conflict detection in software-defined networks. *SN Computer Science*, vol. 1, article number 9, pp. 9:1–9:14. <https://doi.org/10.1007/s42979-019-0009-9>

About the authors

Viacheslav M. Kraev

Professor, Department of HR-management, Moscow Aviation Institute (National Research University), 4, Volokolamskoe sh., Moscow 125080, Russia;

E-mail: kraevvm@mail.ru

ORCID: 0000-0002-4198-4443

Igor S. Masich

Professor, Department of Informational systems, Siberian Federal University, 79, pr. Svobodny, Krasnoyarsk 660041, Russia;

E-mail: imasich@sfu-kras.ru

ORCID: 0000-0002-3997-342X

Alexei I. Tikhonov

Head of Department of HR-management, Moscow Aviation Institute (National Research University), 4, Volokolamskoe sh., Moscow 125080, Russia;

E-mail: mai512hr@mail.ru

ORCID: 0000-0002-6095-1620