

ISSN 1994-2443 (Print)
ISSN 2949-2157 (Online)

ICSTI  МЦНТИ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
INTERNATIONAL CENTRE FOR SCIENTIFIC AND TECHNICAL INFORMATION

Информация и инновации Information and Innovations

Информация и инновации

ISSN 1994-2443 (Print)
ISSN 2949-2157 (Online)
2024, Т. 19, № 2
DOI: 10.31432/1994-
2443-2024-19-2

Основан в 2006 году

Ежеквартальный
международный
журнал
Учредитель и издатель —
Международный центр
научной и технической
информации (МЦНТИ)

Дизайн и вёрстка:
И. В. Гришин
В работе над номером
участвовали:
Л. П. Калмыкова

Запросы на дополнитель-
ную информацию направ-
лять по адресу:
125252, Россия, Москва,
ул. Куусинена, 21-Б,
МЦНТИ
Тел.: +7(499)198-70-21
Факс: +7(499)943-00-89
Эл. почта: icsti@icsti.int
Сайт журнала:
<https://journal.icsti.int>

Журнал зарегистрирован
в Федеральной службе РФ
по надзору за соблюдением
законодательства в сфере
массовых коммуникаций
и охране культурного на-
следия. Регистрационное
свидетельство ПИ № ФС77-
27294 от 22 февраля 2007 г.
Публикуемые аналитиче-
ские материалы отражают
точку зрения авторов, ко-
торая не всегда совпадает
с мнением редакции. Пере-
печатка возможна с разре-
шения редакции и с обяза-
тельной ссылкой на журнал.

Журнал включен в базы
данных: DOAJ, Crossref,
РИНЦ, реферируется в ба-
зе данных ВИНИТИ РАН

Главный редактор: Лончаков Юрий Валентинович,
д.т.н., директор МЦНТИ, Москва, Россия

Заместитель главного редактора: Башкина Елена Михайловна,
к.т.н., начальник отдела информационных ресурсов, МЦНТИ, Москва, Россия

Редакционная Коллегия

Адамьянц Армен Ованесович, к.т.н., доцент, член Ученого совета и редакционной коллегии, ГПНТБ России, Москва, Россия

Алиев Тарбиз Насиб оглы, д.э.н., профессор, Институт экономики НАН Азербайд- жана, член-корр. Российской Академии Естествознания, Баку, Азербайджанская Ре- спублика

Антопольский Александр Борисович, д.т.н., профессор, ИНИОН РАН, Москва, Россия
Белов Владимир Иванович, д.и.н., профессор, директор, Научно-образовательный центр африканских исследований РУДН, Москва, Россия

Гусейнова Арзу, д.э.н., профессор, Первый заместитель председателя Правления, Экономический научно-исследовательский институт Министерства экономики Азербайджана, Баку, Азербайджанская Республика

Егоров Владимир Георгиевич, д.и.н., первый заместитель директора Института стран СНГ, Москва, Россия

Каленов Николай Евгеньевич, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник, Меж- ведомственный суперкомпьютерный центр РАН, Москва, Россия

Кашкинбеков Арман Каирбердиевич, академик, Председатель правления, Нацио- нальный Центр государственной научно-технической экспертизы, Алматы, Казахстан

Коцере Вента, Академическая библиотека Университета Латвии, Рига, Латвийская Республика

Мамедов Захид Фаррух, д.э.н., профессор, директор департамента Организации и управления научной деятельностью Азербайджанского государственного эконо- мического университета, Баку, Азербайджанская Республика

Рэгдэл Дугэрийн, д.х.н., академик, президент Академии наук Монголии, Улан-Батор, Монголия

Сотников Александр Николаевич, д.ф.-м.н., профессор, заместитель директора Межведомственного суперкомпьютерного центра Российской академии наук, Мо- сква, Россия

Стратан Александр Николаевич, д.э.н., профессор, чл.- корр. Академии наук Мол- довы, ректор Молдавская Экономическая Академия, Кишинев, Республика Молдова

Тран Дак Хьен, доктор, генеральный директор Национального агентства научной и технологической информации Министерства науки и технологии Вьетнама

Успенский Александр Алексеевич, к.т.н., доцент, Республиканский центр трансфер- та технологий, Минск, Республика Беларусь

Фарруча Мануэль Пилото, генеральный директор, Институт научной и технологи- ческой информации Министерства науки, технологии и окружающей среды Респу- блики Куба

Цветкова Валентина Алексеевна, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник, ВИНИТИ РАН, Москва, Россия

Швейда Павел, д.т.н., Ассоциация научных и технологических парков, Прага, Чеш- ская Республика

Редакционный Совет

Аббасов Али Мамед оглы, д.э.н., академик Национальной Академии Наук Азер- байджана, советник НАНА, заведующий кафедрой Азербайджанского государствен- ного экономического университета, Баку, Азербайджанская Республика

Мун Дмитрий Вадимович, к.э.н., заместитель директора Агентства «Эмерком» МЧС России, Москва, Россия

Information and Innovations

ISSN 1994-2443 (Print)
ISSN 2949-2157(Online)

2024, Vol.19, No 2

DOI: 10.31432/1994-2443-2024-19-2

Founded in 2006

Quarterly
International Journal

Founder and Publisher —
International Centre for Scientific
and Technical Information (ICSTI)

Design:
I. Grishin
This issue was prepared with
participation of:
L. Kalmykova

For additional information please
refer to:

ICSTI
Kuusinen str., 21-B,
Moscow, 125252, Russia,
Phone: +7(499)198-70-21
Fax: +7(499)943-00-89
E-mail: icsti@icsti.int
Website: <https://journal.icsti.int>

The Journal was registered in the
Federal Service of Legal Supervision
in Mass Communications and
Protection of Cultural Heritage of
the Russian Federation certificate
ПИ № ФС77-27294 of 22 February
2007.

Published articles reflect the authors' point of view which might not correspond to the point of view of the Editorial Board. All information published in the journal may not be reproduced without prior written permission, brief quotations are permitted with reference to the journal.

The journal is included into data bases: DOAJ, Crossref, RINC, reviewed in the VINITI RAS Database.

Editor-in- Chief: Yury V. Lonchakov,

Dr.Sci. (Eng.), Director, ICSTI, Moscow, Russia

Deputy Editor-in- Chief: Elena M. Bashkina,

Cand.Sci. (Eng.), Head of Information Resources Division, ICSTI, Moscow, Russia

Editorial Board

Armen O. Adamyants, Cand.Sci. (Eng.), Docent, Member of the Academic Council and Editorial Board, Russian National public library for science and technology, Moscow, Russia

Tarbiz Aliyev, Dr.Sci. (Econ.), professor, The Institute of Economics ANAS, Baku, Republic of Azerbaijan

Aleksander B. Antopolsky, Dr.Sci. (Eng.), Professor, Institute of Scientific Information for Social Sciences of the RAS, Moscow, Russia

Vladimir I. Belov, Dr.Sci. (History), Professor, Director, Center of African Studies, RUDN, Moscow, Russia

Arzu Huseynova, Dr.Sci. (Econ.), Professor, First Deputy Chairman of the Board, Institute for Scientific Research on Economic Reforms (ISRER) of the Ministry of Economy of Azerbaijan, Baku, Republic of Azerbaijan

Vladimir G. Egorov, Dr.Sci. (History), First Deputy Director, Institute of CIS countries, Moscow, Russia

Nikolay E. Kalenov, Dr.Sci. (Eng.), Professor, Chief Researcher, Joint SuperComputer Center of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Arman K. Kashkinbekov, Academician, Chairman of the Board, National Centre of Science and Technology Evaluation, Almaty, Kazakhstan

Venta Kocere, Academic Library of the University of Latvia, Riga, Republic of Latvia

Zahid Farrukh Mammadov, Dr.Sci. (Econ.), Professor, Director of the UNEC Department for Organization and Management of Scientific Activities, Baku, Republic of Azerbaijan

Dugeriin Regdel, Dr.Sci. (Chem.), Academician, President of Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaator, Mongolia

Alexander N. Sotnikov, Dr.Sci. (Phys.-Math.), Professor, Deputy Director for Science, Joint SuperComputer Center of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Alexandr N. Stratan, Dr.Sci. (Econ.), Professor, Corresponding Member of the Academy of Sciences of Moldova, Rector of the Academy of Economic Studies of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova

Tran Dac Hien, Dr.Sc., Director General of the National Agency for Science and Technology Information of the Socialist Republic of Vietnam

Alexander A. Uspenskiy, Cand.Sci. (Eng.), Docent, Republican Center for Technology Transfer, Minsk, Republic of Belarus

Manuel Piloto Farrucha, Director General of the Institute for Scientific and Technological Information of the Republic of Cuba

Valentina A. Tsvetkova, Dr.Sci. (Eng.), Professor, Chief Researcher, Russian Institute for Scientific and Technical Information (VINITI RAS), Moscow, Russia

Pavel Svejda, Dr.Sci. (Eng.), Association of Innovative Entrepreneurship, Praha, Czech Republic

Editorial Council

Abbasov Ali Mamed oglu, Dr.Sci. (Econ.), Academician of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Advisor to ANAS, Head of the UNEC Department for Digital economy and information and communication technologies, Baku, Azerbaijan Republic

Dmitry V. Mun, Cand.Sci. (Econ.), Deputy Director, EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

СОДЕРЖАНИЕ

МЦНТИ: события, информация, мнения

Международная научная конференция «Наука и технологии: источники данных и аналитические подходы в целях развития» (пострелиз)	5
<i>Аббасов А. М. оглы</i> Приветствие на открытии международной научной конференции	9
<i>Кашкинбеков А.К.</i> Приветствие на открытии международной научной конференции	11

Экономика и инновации

<i>Батхишиг Б.</i> Вопросы монголо-российского сотрудничества в сфере инфраструктуры	14
<i>Сейдишвили Н.Р., Папунидзе С. Р., Чхартишвили И. Н.</i> Комплексная технология получения новых видов чая	27
<i>Некрасова М.А., Палагин В. С.</i> Устойчивая экосистема бизнес-моделей: опыт и уроки проекта развития	37
<i>Геденидзе Д.Т., Синицын А. В.</i> О проектировании системы планового обучения в существующей корпоративной инфраструктуре	60

Информационные процессы

<i>Горностаев А.К., Огарок А. Л.</i> Анализ рынка труда с применением рандомизированных систем итерированных функций	75
<i>Сорокин Г.О., Синицын А. В.</i> Алгоритм построения маршрутизации для обеспечения отказоустойчивости сети связи	84

CONTENT

ICSTI: Events, Information, Opinions

International scientific conference «Science and Technology: Data Sources and Analytical Approaches for Development» (post-release)	5
<i>Abbasov A.M. ogly</i> Welcome speech at the opening of the international scientific conference	9
<i>Kashkinbekov A.K.</i> Welcome speech at the opening of the international scientific conference	11

Economy and innovations

<i>Batkishig B.</i> Issues of mongol-russian cooperation in the field of infrastructure	14
<i>Seidishvili N.R., Papunidze S. R., Chkhartishvili I. I.</i> Complex technology for producing new types of tea	27
<i>Nekrasova M.A., Palagin V. S.</i> Sustainable ecosystem of business models: experience and lessons of the development project	37
<i>Gedenidze D.T., Sinitsyn A. V.</i> About designing a planned education system in an existing corporate infrastructure	60

Information processes

<i>Gornostaev A.K., Ogarok A. L.</i> Labor market analysis using randomized systems of iterated functions	75
<i>Sorokin G.O., Sinitsyn A. V.</i> Algorithm for constructing routing to ensure fault tolerance of the communication network	84

МЦНТИ: события, информация, мнения /
ICSTI: Events, Information, Opinions

<https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-5-8>

Международная научная конференция «Наука и технологии: источники данных и аналитические подходы в целях развития» (пострелиз)

29–30 мая 2024 года на полях 76-го заседания Комитета Полномочных Представителей государств — членов МЦНТИ успешно прошла в смешанном формате международная научная конференция «Наука и технологии: источники данных и аналитические подходы в целях развития». Информационным спонсором конференции выступил научный журнал МЦНТИ «Информация и инновации».

Конференция была посвящена обсуждению актуальных вопросов развития науки и технологий, управления инновациями и научно-технической информацией открытого доступа в интересах национально-государственного строительства и создания устойчивых взаимовыгодных международных партнерств.

Конференцию приветствовали: Заместитель Министра науки и высшего образования Российской Федерации Денис Сергеевич Секиринский, академик Национальной академии наук Азербайджана Али Мамед оглы Аббасов, академик Национальной академии наук Республики Казахстан Арман Каирберлиевич Кашкинбеков. Активное участие в подготовке и проведении мероприятия принимали советник президента Академии наук Монголии академик Ган-Эрдэнэ Тудэв и академик Сангаа Делег.

Программа Конференции включала **пленарное заседание** (модератор Игорь Николаевич Ганьшин, директор Научно-технического института межотраслевой информации Российской Федерации) и четыре тематические сессии: **внедрение научно-технологических инноваций** (модератор Кубатбек Калыевич Рахимов, профессор, исполнительный директор Центра стратегических решений «АППЛИКАТА», член международного дискуссионного клуба «Валдай», Кыргызская Республика); **экосистема знаний, образование и технологии интеллектуализации** (модератор Владимир Иванович Белов, доктор исторических наук, профессор Российского университета дружбы народов, директор Научно-образовательного центра Африканских исследований); **источники и данные для исследований** (модератор Захид Фаррух Мамедов, доктор экономических наук, профессор, директор Департамента организации и управления научной деятельностью Азербайджанского государственного экономического университета UNEC); **инновационная научно-технологическая среда** (модераторы Александр Николаевич Стратан, член-корреспондент Академии наук Молдовы, ректор Академии экономического образования Молдовы, и Надежда Алексеевна Чуйкова, заместитель

директора по научной работе Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук).

В ходе Конференции было заслушано 46 докладов. Так, с докладами выступили: академик Академии наук Монголии Бадамдорж Батхишиг, академик Российской академии наук Константин Николаевич Кулик, член-корреспондент РАН, исполняющий обязанности директора Института проблем передачи информации имени А. А. Харкевича Российской академии наук Максим Валериевич Федоров, председатель Комиссии по социокультурным проблемам глобализации Научного Совета «История мировой культуры» при Президиуме Российской академии наук Александр Иванович Неклесса и др.

В мероприятии приняли участие государственные деятели, академические ученые, эксперты, профессора ведущих университетов, молодые исследователи, представители инновационного бизнеса — всего около 190 участников из 15 стран: Азербайджана, Беларуси, Грузии, Вьетнама, Египта, Индии, Казахстана, КНДР, Кыргызстана, Молдовы, Монголии, Пакистана, России (из городов Москва, Санкт-Петербург, Альметьевск, Брянск, Владивосток, Волгоград, Донецк, Екатеринбург, Казань, Красноярск, Курск, Нижний Новгород, Норильск, Саратов, Сыктывкар, Якутска и др.), Шри-Ланки и ЮАР.

Science and technology: data sources and analytical approaches for development (post-release)

On 29–30 May 2024, on the sidelines of the 76th session of the Committee of Plenipotentiary Representatives of ICSTI Member States, the international scientific conference “Science and technology: data sources and analytical approaches for development” was successfully held in a mixed format. ICSTI scientific journal “Information and Innovations” was the information sponsor of the Conference.

The Conference was devoted to the discussion of topical issues of science and technology development, management of innovations and open access scientific and technical information in the interests of nation-building and creation of sustainable mutually beneficial international partnerships.

The Conference was welcomed by: Mr. Denis Sekirinsky, Deputy Minister of Science and Higher Education of the Russian Federation, Mr. Ali Mammad oglu Abbasov, Academician of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Director General of the Institute of Management Systems of the Republic of Azerbaijan, Mr. Arman Kashkinbekov, Academician, Chairman of the Board of the National Center of Science and Technology Evaluation of the Republic of Kazakhstan, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Academician Gan-Erdene Tudev, Advisor to the President of the Mongolian Academy of Sciences, and Academician Sangaa Deleg took an active part in the preparation and holding of the event.

The Conference Programme included a **Plenary session** (moderated by Mr. Igor Ganshin, Director of the Scientific and Technical Institute of Interindustry Information of the Russian Federation) and four thematic sessions: **Implementation of Scientific and Technological Innovations** (moderated by Mr. Kubatbek Rakhimov, Professor, Executive Director of the Centre for Strategic Solutions ‘APPLICATA’, member of the Valdai International Discussion Club, Bishkek, Kyrgyz Republic); **Knowledge Ecosystem, Education and Technologies of Intellectualization** (moderated by Mr. Vladimir Belov, D.Sc. in History, Professor of the RUDN University, Director of the Scientific and Educational Centre for African Studies); **Sources and Data for Research** (moderated by Mr. Zahid Farrukh Mamedov, D.Sc. in Economics, Professor, Director of the Department ‘Organization and Management of Scientific Activities’ of the Azerbaijan State Economic University UNEC); **Innovative Scientific and Technological Environment** (moderated by Mr. Alexandru Stratan, D.Sc., Corresponding Member of the Academy of Sciences of Moldova, Rector of the Academy of Economic Education of Moldova, and Ms. Nadezhda Chuikova, Deputy Director for Research of the All-Russian Institute of Scientific and Technical Information of the Russian Academy of Sciences).

During the Conference 46 reports were presented. The reports were delivered by: Academician of the Academy of Sciences of Mongolia Mr. Badamdorj Bathishig, Academician of the Russian Academy of Sciences Mr. Konstantin Kulik, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Acting Director of the A. A. Kharkevich Institute of Information Transmission Problems of the Russian Academy of Sciences Mr. Maxim Fedorov, Chairman of the Commission on Socio-Cultural Problems of Globalization of the Scientific Council ‘History of World Culture’ under the Presidium of the Russian Academy of Sciences Mr. Alexander Neklessa and others.

The event was participated by government officials, academic scientists, experts, professors of leading universities, young researchers, representatives of innovative business — a total of about 190 participants from 15 countries: Azerbaijan, Belarus, Georgia, Vietnam, Egypt, India, Kazakhstan, DPRK, Kyrgyzstan, Moldova, Mongolia, Pakistan, Russia (Moscow, St. Petersburg, Almet'yevsk, Bryansk, Vladivostok, Volgograd, Donetsk, Ekaterinburg, Kazan, Krasnoyarsk, Kursk, Nizhny Novgorod, Norilsk, Saratov, Syktyvkar, Yakutsk and other cities), Sri Lanka and South Africa.

<https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-9-10>

Приветствие генерального директора Института систем управления Азербайджанской Республики, академика Национальной академии наук Азербайджана Али Мамед оглы Аббасова

Уважаемые высокие гости и участники конференции!

Рад приветствовать Вас от имени Министерства науки и образования Азербайджанской Республики и от имени коллектива Института систем управления Азербайджанской Республики, и поздравить Международный центр научной и технической информации с 55-летием со дня основания.

За более чем полувековой путь Центр внес существенный вклад в научно-техническое и экономическое сотрудничество между СССР — Российской Федерацией и странами Восточной Европы, Азии, Ближнего Востока, Африки и Латинской Америки. Будучи учрежденным восемью странами-участницами Совета Экономической Взаимопомощи со штаб-квартирой в Москве, МЦНТИ распространил своё влияние практически на все континенты. Во взаимодействии с ЮНЕСКО и другими международными организациями Центр содействовал разработке и передаче лучших технических средств и методов управления научно-технической информацией, созданию благоприятных условий для функционирования международной системы научной и технической информации.

Деятельность Центра обусловлена национальными интересами его государств-членов. Примерами служат, в частности, непосредственное участие в реализации многосторонних проектов Арктического совета и ГЭФ, экспертное сопровождение национальных проектов государств-членов в сфере экологии, организация научных мероприятий с высоким международным участием. Большое внимание Центр уделяет подготовке молодых кадров.

Международная научная конференция на полях 76-го заседания Комитета Полномочных Представителей МЦНТИ «Наука и технологии: источники данных и аналитические подходы в целях развития» имеет огромное значение на фоне 4-й индустриальной революции в период экспоненциального роста информационных потоков, ухудшения экологического состояния жизни на земле, глобального социального неравновесия и неуправляемых международных отношений. На 70-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН принята программа Целей устойчивого развития, которая служит дорожной картой решения проблем 17-и целей, жизненно важных для существования человечества. При таких обстоятельствах научно-инновационный подход к управлению информационными потоками — сбор, хранение и использование в целях решения упомянутых проблем на платформе международного сотрудничества государственных, индустриальных и академических ресурсов всех стран является нашим долгом и обязанностью перед нашими детьми и будущими поколениями.

© Аббасов А. М., 2024



Информационные ресурсы МЦНТИ состоят из национальных ресурсов — географически распределенных баз данных, содержащих разные контенты, которые описаны в центральной базе методанных с различного рода приложениями. В настоящее время из-за постоянно растущего объема данных, генерируемых и собираемых из различных источников, на помощь приходят: интеллектуальные системы с применением искусственного интеллекта, большие данные (Big Data), машинное и глубокое обучение, аналитика данных (Data Analytics), которые внесли значительный вклад в управление данными, изменив способы сбора, хранения, анализа и использования данных. Современное состояние развития искусственного интеллекта и других перечисленных методов не способны удовлетворять таким требованиям, как достоверность и надежность данных, извлечение и синтез новых знаний, выявление тенденций и прогнозирование событий и др.

Учитывая отмеченные и приведенные мысли, анализ и выводы, представленные моими коллегами из других стран-членов МЦНТИ, считаю, что проведение столь высокого уровня мероприятия заслуживает высокой оценки, а организаторы огромной благодарности.

Желаю Международному центру научной и технической информации новых успехов в содействии странам мира на пути строительства устойчивых национальных экономик, научного и технологического развития.

Спасибо за внимание!

[https://doi.org/ 10.31432/1994-2443-2024-19-2-11-13](https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-11-13)

Приветствие Полномочного Представителя Республики Казахстан в МЦНТИ, академика Национальной академии наук Республики Казахстан Армана Каирберлиевича Кашкинбекова

Уважаемые коллеги!

В настоящее время в исследовательской сфере Казахстана происходят кардинальные изменения в соответствии с ожидаемым принятием закона «О науке и технологической политике».

Законопроект будет регулировать вопросы в области науки, научно-технической деятельности, коммерциализации результатов научной и научно-технической деятельности, определять основные принципы и механизмы функционирования и развития национальной научно-инновационной системы и научно-технологической политики Республики Казахстан.

Законопроект предусматривает:

- решение актуальных социальных, профессиональных и стратегических вопросов научной, научно-технической и научно-инновационной деятельности;
- уровни технологической готовности (TRL) научных организаций, научных исследований и разработок;
- научно-инновационную систему — инструменты технологического развития научных разработок от фундаментальных и прикладных исследований до внедрения в промышленность и доведения до рынка;
- усиление деятельности конструкторских бюро, инжиниринговых центров, технопарков, бизнес-инкубаторов, инновационных центров, центров коммерциализации и трансфера технологий, проектных конструкторских бюро на базе исследовательских университетов путем привлечения частного сектора;
- улучшение лабораторной инфраструктуры научных организаций и университетов через новые механизмы финансирования — гранты на опытно-конструкторские работы, на научно-техническое обеспечение;
- внедрение мегагрантов для проведения крупных («якорных», мультидисциплинарных, критических, региональных, крупномасштабных) научных исследований;
- предоставление местным исполнительным органам возможности финансирования НИОКР для решения региональных проблем;
- введение механизма по обеспечению прозрачности распределения 1% обязательств недропользователей на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР);

- увеличение объемов софинансирования науки частным сектором через преференции и льготы для бизнеса (супервычеты по расходам на НИОКР, освобождение НИОКР от НДС и др.).

Законом предполагается введение понятий национальной инновационной системы и ее элементов в виде научно-инновационной и промышленно-инновационной систем, определяющих связи научной, научно-технической, научно-инновационной деятельности и промышленности, продвижение технологических инициатив от идей и знаний научных исследований до внедрения научных разработок в производство и рынок.

По сути, речь идёт о создании принципиально новой модели управления наукой. Основная задача этой модели — обеспечить востребованность науки экономикой и обществом, эффективное участие науки в индустриально-инновационном развитии страны, встраивание ее в мировую научную систему.

Помимо внутренних факторов, диктующих запрос на анализ источников данных научно-технической информации, существуют и внешние — тектонические изменения в глобальной системе геополитических координат, новые торговые маршруты и формирование новых рынков и прочие вызовы, обусловленные исчерпанием «дивидендов мира», полученных после Холодной войны. «Новая эпоха затянувшейся неопределенности», по словам президента Касым-Жомарта Токаева, также будет стимулировать интерес к анализу больших массивов информации, в том числе и научной.

Поддержка и развитие научной инфраструктуры неизбежно приведут к росту внутреннего объема научной и научно-технической информации. В этих условиях приобретает особую важность использование автоматизированных механизмов повышения эффективности обработки и анализа большого количества разнородной и неформализованной научно-технической информации. Поэтому в Казахстане продолжается создание Единой информационной системы науки Казахстана, которая объединит на одной платформе все процессы, связанные с обеспечением науки. В её основу легла единая национальная информационная система полного комплекса экспертных и организационных услуг, созданная специалистами Национального центра государственной научно-технической экспертизы (НЦГНТЭ) и востребованная всеми научными организациями страны.

На базе НЦГНТЭ ведётся автоматизированный учет научных, научно-технических проектов и программ, отчетов о научной и научно-технической деятельности, диссертаций PhD и формируются фонды, являющиеся важным национальным информационным ресурсом. Автоматизированная система обеспечивает не только сбор этой важной научной и технологической информации, но и делает её более доступной для пользователей — представителей научного сообщества Казахстана и зарубежных партнеров.

На базе информационной системы НЦГНТЭ разрабатывается современная архитектура Казахстанского национального индекса научного цитирования, который должен стать современной национальной библиометрической системой, интегрированной с крупнейшими базами данных научной информации. Эти масштабные изменения распространяются и на систему научно-технической информации. По поручению Президента страны на базе НЦГНТЭ создаётся структура по информационно-аналитическому сопровождению научной деятельности.

Все эти меры направлены не только на поддержку науки внутри страны, но и на расширение сотрудничества с зарубежными партнерами, интеграцию казахстанской науки в международное научное пространство, обеспечение доступности научно-технологической информации.

Выражаю признательность и благодарность организаторам такого важного события как международная конференция «Наука и технологии: источники данных и аналитические подходы в целях развития».

Желаю участникам конференции плодотворной работы и интересных дискуссий. От имени казахстанского научного сообщества подтверждаю готовность к сотрудничеству и партнерству со всеми членами МЦНТИ в этом важном и актуальном направлении.

Экономика и инновации / Economy and innovations

Оригинальная статья / Original article

УДК 339.976

[https://doi.org/ 10.31432/1994-2443-2024-19-2-14-26](https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-14-26)

Вопросы монголо-российского сотрудничества в сфере инфраструктуры*

Б. Батхишиг ✉

Институт философии Академии наук Монголии, г. Улан-Батор, Монголия

✉ bbat226@yahoo.com

Аннотация. В статье рассматриваются потенциально взаимовыгодные и рентабельные проекты, которые могут быть реализованы совместными силами Монголии и России в сфере инфраструктуры. Некоторые крупные проекты, такие как построение северного коридора, соединяющего Россию, Китай и Монголию, были намечены в рамках проекта “Один пояс, один путь”, о котором договорились руководители КНР, Монголии и РФ в 2016 году в городе Ташкенте. Северный коридор включает в себя три ветви железных дорог и две автомагистрали. Реализация проектов поможет расширению экономического и торгового сотрудничества не только между Монголией и Россией, но и между Азией и Европой, предлагаются пути их ускорения. Подчеркивается важность прокладки газопровода из России в Китай через монгольскую территорию.

Ключевые слова: северный коридор, железнодорожные магистрали, газопровод, инфраструктура, электростанция

Финансирование. Финансирование отсутствовало.

Для цитирования: Батхишиг Б. Вопросы монголо-российского сотрудничества в сфере инфраструктуры. *Информация и инновации*. 2024;19(2):14-26. <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-14-26>

* Статья написана по материалам доклада на международной научной конференции «Наука и технологии: источники данных и аналитические подходы в целях развития», 29–30 мая 2024, г. Москва, Россия.

Issues of mongol-russian cooperation in the field of infrastructure*

B. Batkishig ✉

Institute of Philosophy, Mongolian Academy of Sciences, Ulan-Bator, Mongolia

✉ bbat226@yahoo.com

Abstract. The article discusses potentially mutually beneficial and cost-effective projects that can be implemented jointly by Mongolia and Russia in the field of infrastructure. Some major projects, such as the construction of a northern corridor connecting Russia and China through Mongolia, were planned as part of the “One Belt, One Road” project, which was agreed upon by the leaders of the PRC, Mongolia and the Russian Federation in 2016 in the city of Tashkent. The northern corridor includes three railway lines and two highways. The implementation of the projects will help expand economic and trade cooperation not only between Mongolia and Russia, but also between Asia and Europe, and ways to accelerate it are proposed. The importance of laying a gas pipeline from Russia to China through Mongolian territory is emphasized.

Keywords: northern corridor, railway line, pipeline, infrastructure power station

Funding. No funding.

For citation: Batkishig B. Issues of mongol-russian cooperation in the field of infrastructure. *Information and Innovations*. 2024; 19(2):14-26. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-14-26>

* The article is based on the materials of the report at the international scientific conference «Science and Technology: Data Sources and Analytical Approaches for Development», May 29–30, 2024, Moscow, Russia.

Введение

Экономическое сотрудничество между Монголией и Россией успешно развивалось в течение 20-го века во всех областях народного хозяйства и особенно в сфере инфраструктуры. С помощью Советского Союза в 1940–1950-х годах была проложена Улан-Баторская железная дорога, которая соединяет Россию, Монголию и Китай. Она до сих пор играет большую роль в грузоперевозке между этими тремя странами. Кроме того в Монголии были построены такие крупные объекты инфраструктуры, как автомагистраль, соединяющая три соседних государства, аэропорт, линии связи и тепловые электростанции. К примеру, Улан-Баторская тепловая электростанция № 4, первая очередь которой была введена в эксплуатацию в 1983 году, ныне производит около 60% электрической энергии, потребляемой в центральной зоне Монголии и 55% теплоснабжения полуторамиллионного города Улан-Батор¹.

Сотрудничество Монголии и России в сфере инфраструктуры

К сожалению, с 1990 года, когда страны начали переходить к рыночным отношениям, их экономическое сотрудничество стало слабеть во всех сферах экономики. Наглядным фактом этого ослабления является уменьшение доли России во внешнеторговом обороте Монголии. Так, в 1989 году монгольский экспорт в Советский Союз составлял 73% и импорт достигал 82% всей внешней торговли Монголии [1]. Но за последние 30 с лишним лет объём монгольского экспорта в Россию уменьшился в 5,5 раз, в то время, как этот показа-

тель относительно КНР увеличился в 935,8 раз². По состоянию на 2022 год доля России в общем экспорте Монголии занимает всего лишь 0,7%. Хотя импорт из России увеличился в 3.6 раза, дефицит торговли с ней рос внушительно и держится в течение последних лет на высоком уровне (рис. 1).

На диаграмме видно, что главной проблемой торговли между Монголией и Россией является снижение дефицита торгового баланса (рис. 1), для чего необходимо увеличить экспорт Монголии в Россию.

Дальнейшее увеличение торгового оборота между странами связано с расширением экономического сотрудничества, особенно в сфере инфраструктуры. Как известно, руководители КНР, Монголии и РФ договорились в 2016 году в городе Ташкенте о начале строительства северного коридора в рамках проекта «Один пояс, один путь» (рис. 2).

Как видно из рис. 2, этот проект предусматривает 5 сухопутных коридоров, соединяющих Азию с Европой. Один из них проходит через территорию Монголии и называется северным коридором.

Проект строительства железнодорожных магистралей

Проект Северного коридора состоит из трёх ветвей. Одна из них проходит через центральную часть Монголии, другие две ветви будут проложены на её восточной и западной частях. На рис. 3 показаны три железные дороги, которые соединяют и будут соединять Россию, Монголию и Китай.

1). Центральный железнодорожный коридор действует более 70 лет. Желез-

² Mongolian Statistical Yearbook 2017, p. 404–405 / Статистический ежегодник Монголии 2017, с. 404–405. URL: <https://www.1212.mn/en/statistic/file-library/view/47811225> (дата обращения: 25.05.2024).

¹ О тепловой электростанции № 4.

URL: <https://www.tpp4.mn> (дата обращения: 25.05.2024).

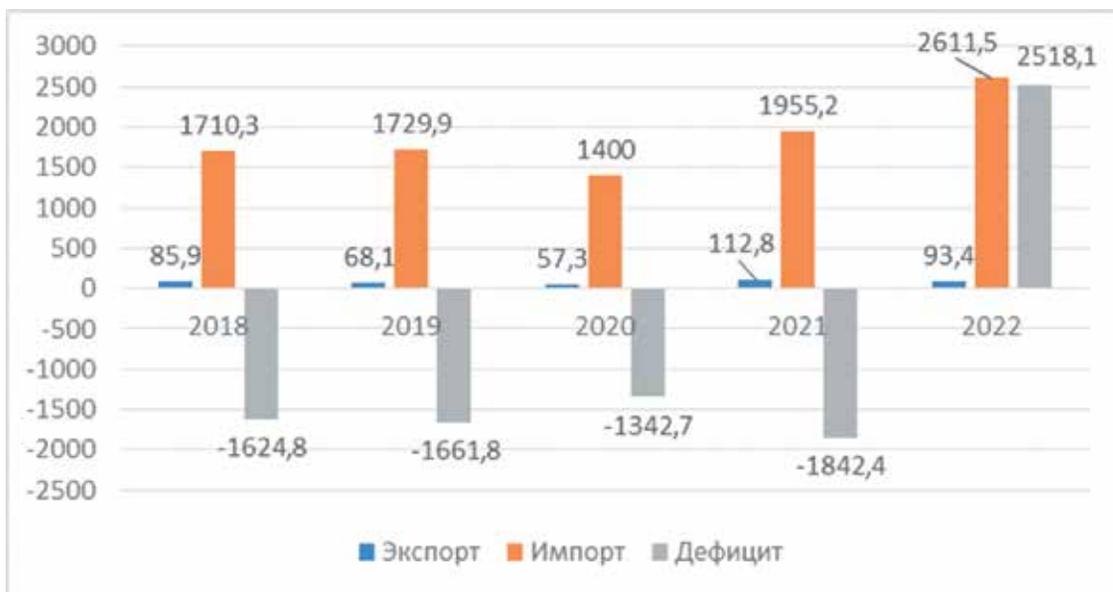


Рис. 1. Торговля между Монголией и Россией, в млн долл. (2018–2022)
 Источник: Монгольский статистический ежегодник, 2022, с. 491, 493
 (<https://www.1212.mn/en/statistic/file-library/view/69493902>)

Fig. 1. Trade between Mongolia and Russia, in million dollars (2018–2022)
 Source: Mongolian Statistical Yearbook 2022, p. 491, 493
 (<https://www.1212.mn/en/statistic/file-library/view/69493902>)

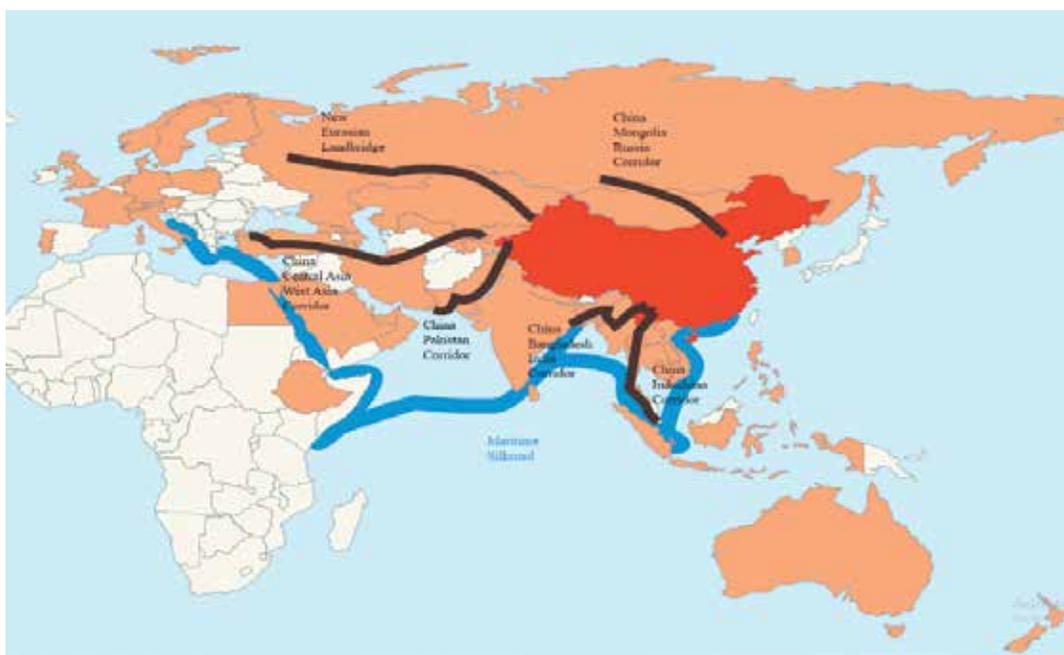


Рис. 2. Карта проекта “Один пояс, один путь”
 Источник: из открытых источников

Fig. 2. Map of the “One Belt, One Road” project
 Source: from open sources

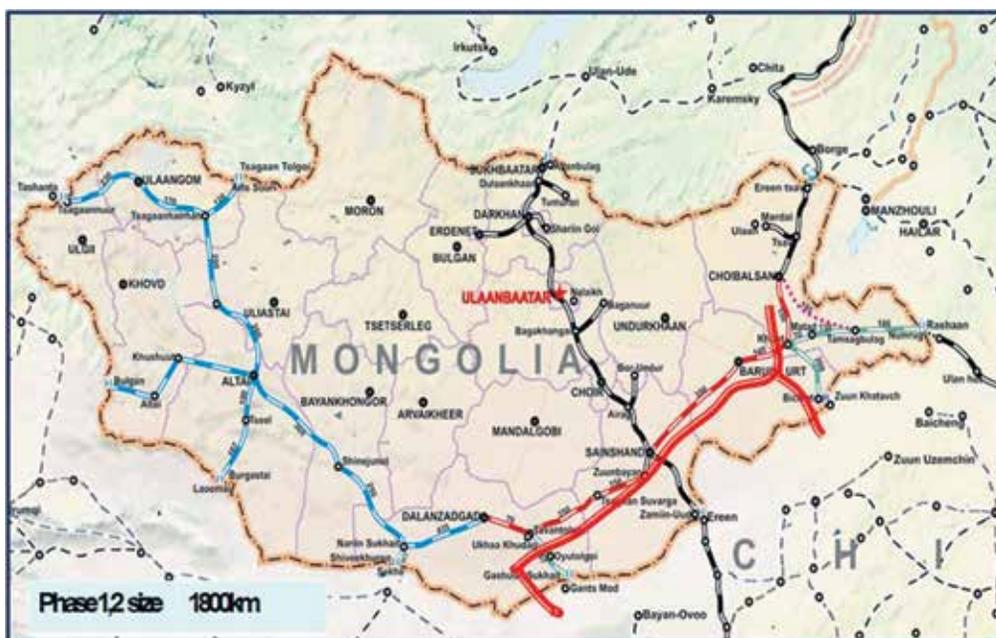


Рис. 3. Три ветви северного коридора
 Источник: из открытых источников
Fig. 3. Three branches of the northern corridor
 Source: from open sources

ная дорога Наушки-Улан-Батор протяжённостью 400 км была введена в эксплуатацию в 1950 году. А железная дорога Улан-Батор-Замын-Ууд протяжённостью 700 км вошла в строй в 1955 году. Таким образом было завершено строительство центрального железнодорожного коридора, соединяющего Россию, Монголию и Китай. В рамках проекта “Один пояс, один путь” планируются обновление центрального железнодорожного коридора, т.е. Улан-Баторской железной дороги, и построение параллельной линии с тем, чтобы увеличить пропускную мощность и превратить её в современную скоростную магистраль. Монголия уже начала обновление дороги и её деревянные шпалы почти полностью заменены бетонными.

В настоящее время Улан-Баторская железная дорога играет большую роль в международной перевозке грузов, т.е.

перевозке грузов между Россией и Китаем (табл. 1).

Так, в 2022 году весь грузооборот Улан-Баторской железной дороги, которая является монголо-российским акционерным обществом, составил 14.9 миллионов тонн/км и 78.5% приходилось на международный грузооборот. В случае обновления этой дороги и построения параллельной линии международный грузооборот этой магистрали увеличится по меньшей мере в 2 раза.

2). На востоке страны планируется обновление железной дороги Эрэнцав-Чойбалсан, которая была построена в 1939 году и соединяет Забайкальский край РФ с городом Чойбалсан, являющимся центром Восточного аймака Монголии. В 2023 году Монголия подписала соглашение с Китаем о строительстве железной дороги из Чойбалсана в приграничный пункт Бичигт-Зуунхатавч, стоимость про-

Таблица 1. Грузооборот железнодорожного транспорта, млн тонно-километров
Table 1. Freight turnover of rail transport, million ton-kilometers

Показатели	2018	2019	2020	2021	2022
Весь грузооборот	15315.3	17384.1	19167.6	18345.1	14910.2
Местный	2866.3	3153.8	3297.4	3365.8	3151.3
Международный	12449.0	14230.3	15870.2	14979.3	11758.9
Экспортный	7307.3	8397.7	9640.0	8717.6	6296.2
Импортный	1405.8	1508.5	1481.5	1554.2	1939.0
Транзитный	3736.0	4324.1	4748.7	4707.5	3523.7

Источник: Монгольский статистический ежегодник, 2022, с. 699
 (<https://www.1212.mn/en/statistic/file-library/view/69493902>)
Source: Mongolian Statistical Yearbook 2022, p. 699
 (<https://www.1212.mn/en/statistic/file-library/view/69493902>)

екта составит 1.8 миллиарда долларов. В результате реализации этого проекта начнёт функционировать восточный железнодорожный коридор, протяжённость которого будет 670 км [2, с. 305–306]. Этот коридор соединит Забайкальский край РФ с Шилин-Гол — аймаком (территориально-административной единицей) в автономном районе Внутренняя Монголия (КНР).

3). Западный железнодорожный коридор будет построен из пункта Арцсуурь, что на границе с Россией, до приграничного пункта Шивээхурен и соединит Республику Тыва РФ с Алшаа — аймаком в автономном районе Внутренняя Монголия (КНР). Протяжённость этой железной дороги составит 1255 км [3].

Для обновления железных дорог и строительства новых требуются значительные финансовые средства. Поэтому для финансирования северного коридора необходим льготный кредит от международных финансовых организаций, в частности от Азиатского банка инфраструктурных инвестиций. Что касается

людских ресурсов, то монгольские компании готовы участвовать в реализации данного проекта. Они приобрели новую технологию и накопили большой опыт для строительства железных дорог и построили за последние 5 лет в общей сложности 882 км железной дороги без шва на юге Монголии.

Ниже на рис. 4 представлены планируемые и реализуемые крупные проекты в сфере инфраструктуры.

Как видно на рис. 4, по крайней мере существует 9 крупных проектов инфраструктуры, где Монголия и Россия, а также Китай могли бы сотрудничать.

Проекты строительства автомагистралей

1. В рамках проекта “Один пояс, один путь” предусматривается строительство скоростной автомагистрали от Российской границы до Китайской через Улан-Батор (рис. 5). Монголия начала претворять в жизнь план этого проекта и в 2023 году был завершён участок автомагистрали Улан-Батор-Дархан протяжён-

Западная железнодорожная магистраль	Центральная железнодорожная магистраль	Восточная железнодорожная магистраль
Центральная авто магистраль	Западная авто магистраль	Строительство линии газопровода из России в Китай через Монголию
Реорганизация тепловой электростанции № 3	Строительство ГЭС на реке Эг	Увеличение пропускных мощностей приграничных пунктов

Рис. 4 Крупные проекты в сфере инфраструктуры
Fig. 4. Scheme of large infrastructure projects

ностью 220 км. Эта двухлинейная автодорога была построена с использованием льготного кредита от Азиатского банка развития и полностью отвечает международному стандарту. Осталось обновить 620 км автодороги.

2. В 2021 году на западе страны была введена в эксплуатацию автомагистраль Улаанбайшинт-Ховд-Ярант протяжённостью 756 км, которая соединяет Республику Алтай (РФ) с Синьцзян-Уйгурским автономным районом КНР. Она была построена с использованием льготного кредита из Азиатского банка развития в размере 170 млн долларов и средств государственного бюджета Монголии.

В случае успешной реализации проекта “Северный коридор” намного увеличится товароборот не только между нашими двумя великими соседями, но и между Азией и Европой, что благоприятно скажется на экономическом развитии Монголии.

Строительство линии газопровода

Ещё одним крупным международным проектом инфраструктуры является планируемое строительство газопровода из России в Китай через монгольскую терри-

торию. На трёхсторонней встрече глав государств, которая проходила в китайском городе Чиндао в июне 2018 года, президент Монголии Х. Баттулга предложил построить планируемый газопровод из России в Китай через территорию Монголии.

В декабре 2019 года был подписан Меморандум о взаимопонимании между Правительством Монголии и акционерным обществом “Газпром” (РФ). В соответствии с данным меморандумом 18 февраля 2020 года была создана рабочая группа, которая будет работать над проектом газопровода из России в Китай через Монголию. В 2021 году был определён маршрут трассы газопровода, и в 2022 году стороны подтвердили завершение выработки технико-экономического обоснования данного мегапроекта. Ныне ведутся подготовительные работы для строительства газопровода и его подстанций (рис. 6).

Президент России В. Путин на пресс-конференции по итогам государственного визита в Китай 17 мая 2024 года отметил, что подтверждена заинтересованность с обеих сторон относительно строительства газопровода «Сила Сибири — 2»,



Рис. 5. Карта автодорог Монголии
 Источник: из открытых источников
Fig. 5. Road map of Mongolia
 Source: from open sources



Рис. 6. Карта планируемого газопровода из России в Китай через Монголию
 Источник: из открытых источников
Fig. 6. Map of the planned gas pipeline from Russia to China through Mongolia
 Source: from open sources

а параллельно ему можно проложить и нефтепровод.

Эта линия газопровода протяжённостью 970 км пройдёт через такие населённые пункты Монголии, как город Сухе-Батор, Дархан, Зуунхараа, Улан-Батор, Чойр, Сайншанд, Замын-Ууд. В этих городах существуют многочисленные юрточные кварталы, которые используют уголь как источник теплоэнергии, из-за чего происходит сильное загрязнение воздуха и окружающей среды. Основная часть семей в этих кварталах не может использовать электричество для отопления из-за его дороговизны. По нашему расчёту в случае газификации этих городов цена отопления помещений уменьшится в среднем в 4 раза по сравнению с ценой за электричество³. Поэтому газификация городов и населённых пунктов вдоль линии газопровода должна быть приоритетной задачей для Монголии.

Этот проект также имеет высокую рентабельность для экономик Китая и России, так как прокладка газопровода требует меньше затрат по сравнению с другими линиями ввиду того, что основная часть линии проходит через ровную степь без серьёзных природных и ландшафтных препятствий. Этот газопровод поставит газ именно в тот район Китая, где больше всего требуется газификация. Он откроет ещё один большой рынок для российского газа.

Реорганизация тепловой электростанции

Все тепловые электростанции Монголии работают на угле и имеют плохую манёвренность в случае перегрузки. Кроме того, они сильно устарели, так как

³ Социально-экономическое значение проекта линии газопровода из России в Китай через Монголию, Отчёт исследовательской группы АН Монголии, УБ, 2021, с. 38–39.

были построены до 1990 года. После перехода на рыночные отношения в Монголии не было построено ни одной тепловой электростанции, и поэтому ныне внутренняя мощность уже не обеспечивает всю потребность в элетроэнергии (рис. 7).

На диаграмме видно, что если в 1990 году внутренняя мощность электростанций Монголии обеспечивала 93.2% всей потребности в электроэнергии, то в 2022 году она вырабатывала только 73.8%. В настоящее время более четверти всей потребности в электроэнергии обеспечивается за счёт импорта из Китая и России. Поэтому возникла необходимость расширения производства электроэнергии путём строительства новых мощностей.

Монголии нужна тепловая электростанция, которая работает на природном газе, так как сжигание природного газа выделяет на 50% меньше углеродного газа, чем уголь. Кроме того, газовая электростанция имеет больше возможности маневрирования в случае перегрузки мощностей. Раньше не было условий для строительства газовой электростанции. Но сейчас, когда правительства Монголии и России пришли к согласию о строительстве газопроводной линии из России в Китай через монгольскую территорию, появилась редкая возможность построения такой станции. Только надо обсудить и заключить соответствующее соглашение с Россией в рамках данного международного проекта.

На заседании межправительственной комиссии Монголии и России по торгово-экономическому и научно-техническому сотрудничеству, которое состоялось в октябре 2023 года в Улан-Баторе, обсуждали вопрос об увеличении мощности тепловой электростанции № 3 и её реорганиза-

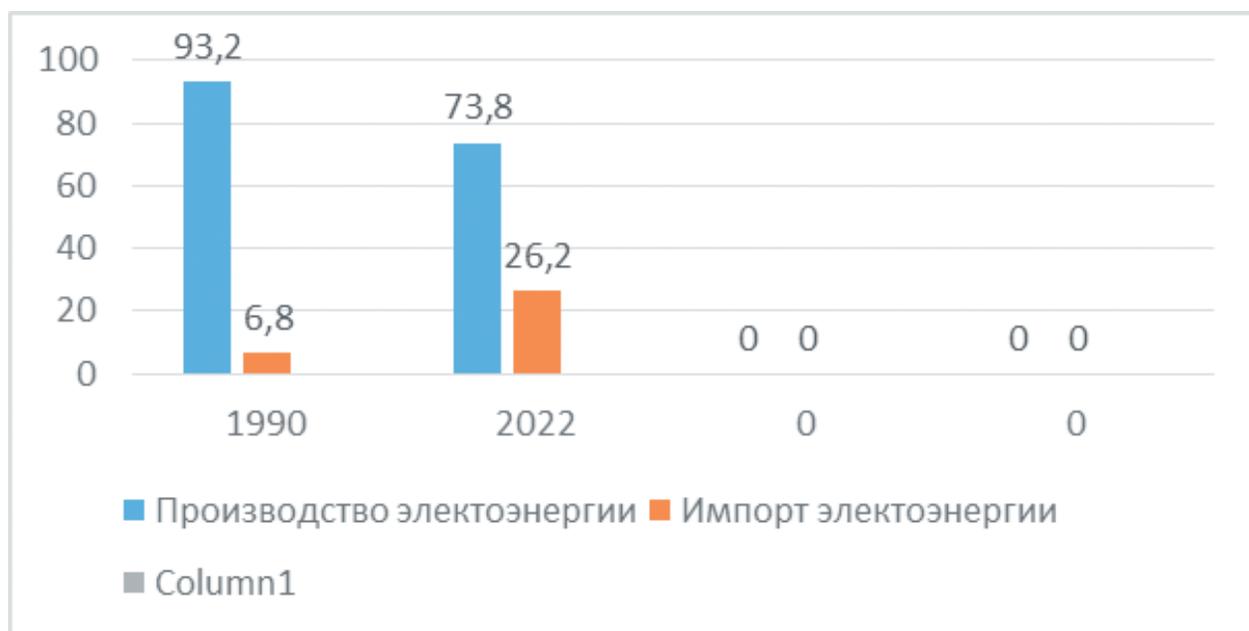


Рис. 7. Производство и импорт электроэнергии

Источник: Монгольский статистический ежегодник, 2022, с. 684
(<https://www.1212.mn/en/statistic/file-library/view/69493902>)

Fig. 7. Production and import of electricity

Source: Mongolian Statistical Yearbook 2022, p. 684
(<https://www.1212.mn/en/statistic/file-library/view/69493902>)

ции, чтобы она могла работать на природном газе.

Тепловая электростанция №3 была введена в эксплуатацию в 1968 году с помощью Советского Союза и ныне имеет мощность 186 МВт и обеспечивает 1/3 электрической и тепловой энергии города Улан-Батор⁴. В виду долгой службы турбогенераторы данной станции сильно устарели и подлежат замене. Поэтому реорганизация тепловой электростанции № 3 совершенно необходима и её успешная реализация поможет не только решить проблему нехватки электроэнергии

⁴ О тепловой электростанции № 3.

URL: https://tes3.energy.mn/_r/files/2022/9/4.2017aa5f3cfaab1f7ddb2c13486abe/2205tabuflaovfndr5g9kgqlu.pdf (дата обращения: 25.05.2024).

в Монголии, но и улучшить энергетическую систему для более гибкого маневрирования.

Всё это говорит о том, что прокладка газопровода через монгольскую территорию имеет огромное значение для энергетической и экологической безопасности Монголии. Это также принесёт существенный доход для Монголии.

Строительство гидроэлектростанции

Климатический пакт Глазго (Glasgow Climate Pact), который был принят в 2021 году, обязывает страны мира ускорить переход от углеродных источников энергии к зелёным и возобновляемым источникам. В свете этого международного обязательства Монголия хочет ускорить начало строительства гидроэлектростанции на реке Эг, которая про-

текает по северной части Монголии. В 1964–1965 годах институт “Энергосеть-проект” (СССР) определил местоположение гидроэлектростанции на реке Эг (рис. 8).

В 1991 году Правительство Монголии приняло решение начать строительство данной станции. В 1992–1995 годах с помощью Азиатского банка развития разработали технико-экономическое обоснование и провели оценку воздействия проекта на окружающую среду. В 1997 и 2007 годах собирались начать строительство данной станции, но решения были отменены.

В 2014 году французская компания Трактебел снова сделала технико-

экономическое обоснование данного проекта и в 2015 году источники его финансирования были решены. Мощность этой станции будет 315 МВт и Китайская сторона готова выделить льготный кредит в размере 1 млрд долл.⁵

К сожалению, российская сторона выступала против данного проекта, ссылаясь на якобы негативное воздействие данного проекта на экологию озера Байкал. Но результаты исследования Академии наук Монголии показывают, что данный проект не окажет никакого воздействия

⁵ О гидроэлектростанции на реке Эг.

URL: www.montsame.mn (дата обращения: 25.05.2024).



Рис. 8. Карта местоположения планируемой гидростанции на реке Эг (находится на конечной части реки Эг на расстоянии 2.5 км от её притока в реку Селенге)

Источник: из открытых источников

Fig. 8. Map of the location of the planned hydroelectric station on the Eg River (located at the end of the Eg River at a distance of 2.5 km from its tributary to the Selenge River)

Source: from open sources

на водные ресурсы и режим реки Селенга и озера Байкал.

На вышеупомянутом заседании стороны договорились продолжить исследовательскую работу для строительства гидроэлектростанции на реке Эг. Автор выражает надежду, что Монголия и Россия найдут взаимоприемлемое решение на этот счёт. В случае положительного решения этого вопроса энергетическая безопасность и обеспеченность Монголии намного укрепится. Самым главным итогом строительства данной ГЭС будет возможность гибкого регулирования производства и потребления электрической энергии в Монголии.

Увеличение пропускных мощностей приграничных пунктов

Увеличение пропускных мощностей приграничных пунктов является важнейшей задачей сотрудничества в сфере инфраструктуры. Монголия уже начала обновлять и расширять приграничные пункты с Китаем. Там строятся телеконтрольная система, система автоматической регистрации транспортных средств и т.п. Следует также расширять и обеспечивать современным оборудованием приграничные пункты с Россией для

того, чтобы планируемые новые железнодорожные и автодорожные магистрали в будущем функционировали на полную мощность.

Создание зон свободной торговли

Создание зон свободной торговли на границе двух стран является одним из путей облегчения внешней торговли. В 2014 году была открыта свободная зона в приграничном городе Алтанбулаг. Ныне россияне могут приезжать в эту свободную зону заниматься торговлей и другими видами экономической деятельности. При этом они имеют возможность пользоваться льготными условиями налогообложения и взимания пошлин. Было бы хорошо, если бы российская сторона открыла такую же зону близ своей границы. Кроме того, есть возможность расширения приграничной торговли.

Выводы

Трёхстороннее сотрудничество в сфере инфраструктуры имеет особо важное значение в условиях западных санкций против России, когда Россия начала переориентировать внешнеэкономическую политику на Азиатский регион, особенно на Китай.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTERESTS

The author declare no relevant conflict of interests.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Намжим Т. Экономика Монголии. Том 2. (Монг. яз.). Улан — Батор, 2004. 760 с. = Намжим Т. Монгол Улсын эдийн засаг, боть 2. Улаанбаатар, 2004. ISBN 9992982411. Namjim T. Economy of Mongolia, Volume 2. (In Mong.). Ulaanbaatar, 2004. 760 p.
2. Батхишиг Б. Экономические проблемы Монголии. Том I (Монг. яз.). Улан-Батор, 2023. 461 с. = Батхишиг Б. Монгол Улсын эдийн засгийн асуудал. Боть 1, Улаанбаатар, 2023, 461 н., (Монгол), ISBN-13: 9789919019921. Bathishig B. Economic problems of Mongolia. Volume 1. (In Mong.). Ulaanbaatar, 2023. 461 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Бадамдоржийн БАТХИШИГ, д.э.н., академик, заведующий Сектором изучения политики и политической экономики Института философии Академии наук Монголии, 15141 Улан-Батор, Чингэлтэй район, улица Баруун Сэлбэ-15; <https://orcid.org/0009-0001-1892-5517>, bbat226@yahoo.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Badamdorjin BATKHISHIG, Dr. Sci. (Econ.), Academician, Chief of the Section of Political Economy Institute of Philosophy, Mongolian Academy of Sciences Mongolia, 15141, UlanBator, Baruun Selbe street-15; <https://orcid.org/0009-0001-1892-5517>, bbat226@yahoo.com

Поступила в редакцию / Received 21.05.2024



Экономика и инновации / Economy and innovations

Оригинальная статья / Original article

УДК 663.952

[https://doi.org/ 10.31432/1994-2443-2024-19-2-27-36](https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-27-36)

Комплексная технология получения новых видов чая**

Н. Р. Сейдишвили ✉, **С. Р. Папунидзе**, **И. Н. Чхартишвили**

Институт аграрных и мембранных технологий Батумского государственного университета им. Шота Руставели

✉ seinino99@gmail.com

Аннотация. *Цель.* Разработка энергоёмкой комплексной технологии переработки чайного листа и получения новых видов чая, которая обеспечивает упрощение чайной технологии и расширение ассортимента продукции.

Материалы и методы. Использовались физико-химические методы анализа. Для количественного и качественного определения минеральных элементов использовался плазменный атомно-эмиссионный спектрофотометр icpe-9820 (Shimadzu, Japan).

Результаты. На основе разработанной технологии получены новые виды жидкого и гранулированного чая. Полученные зелёный и чёрный жидкие чаи богаты содержанием катехинов, обладающих антиоксидантным свойством и Р витаминной активностью. Разработаны рецептуры приготовления из жидкого зелёного и чёрного чая газированных и негазированных напитков, бальзамов, слабоалкогольных напитков и профилактического сиропа.

Выводы. Разработанная технология уникальна тем, что впервые в мировой практике в чайной промышленности из чайного листа одновременно получили два продукта: жидкий и гранулированный чай. Даны рекомендации по приготовлению и применению продукции на основе жидкого зелёного и чёрного чая.

Ключевые слова: чайный флеш, танин, катехины, технология, антиоксидант, жидкий зелёный чай, жидкий чёрный чай

Финансирование. Финансирование отсутствовало.

Для цитирования: Сейдишвили Н. Р., Папунидзе С. Р., Чхартишвили И. Н. Комплексная технология получения новых видов чая. *Информация и инновации.* 2024;19(2): 27-36. <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-27-36>

** Статья написана по материалам доклада на международной научной конференции «Наука и технологии: источники данных и аналитические подходы в целях развития», 29–30 мая 2024, г. Москва, Россия.

© Сейдишвили Н. Р., Папунидзе С. Р., Чхартишвили И. Н., 2024



Complex technology for producing new types of tea**

N. R. Seidishvili ✉, **S. R. Papunidze**, **I. I. Chkhartishvili**

Institute of Agricultural and Membrane Technologies,

Batumi State University named after Shota Rustaveli

✉ Seinino99@gmail.com

Abstract. *Purpose.* Development of an energy-intensive complex technology for processing tea leaves and obtaining new types of tea, which simplifies tea technology and expands the range of products.

Materials and methods. Physicochemical methods of analysis were used. For the quantitative and qualitative determination of mineral elements, a plasma atomic emission spectrophotometer icpe-9820 (Shimadzu, Japan) was used.

Results. Based on the developed technology, new types of liquid and granulated tea were obtained. The resulting green and black liquid teas are rich in catechins, which have antioxidant properties and P vitamin activity. Recipes have been developed for the preparation of carbonated and non-carbonated drinks, balms, low-alcohol drinks and prophylactic syrup from liquid green and black tea.

Conclusions. The developed technology is unique in that for the first time in world practice in the tea industry, two products were simultaneously obtained from tea leaves: liquid and granulated tea. Recommendations are given for the preparation and use of products based on liquid green and black tea.

Keywords: tea, tannin, catechins, technology, antioxidant, liquid green tea, liquid black tea

Funding. No funding.

For citation: Seidishvili N. R., Papunidze S. R., Chkhartishvili I. I. Complex technology for producing new types of tea. *Information and Innovations*. 2024; 19(2):27-36. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-27-36>

** The article is based on the materials of the report at the international scientific conference «Science and Technology: Data Sources and Analytical Approaches for Development», May 29–30, 2024, Moscow, Russia.

Введение

Много есть хороших напитков — прохладительных, питательных, целебных, и каждый по-своему знаменит. Но с чаем не сравнится никакой другой: его знают и любят на всех континентах. Высокие вкусовые качества, тонкий изысканный аромат, хорошее стимулирующее и лечебное воздействие его на организм человека нашли признание в разных странах мира. Более двух третей населения земного шара употребляют тот или иной вид чая [1,2].

Чайный куст — это поистине чудо природы. В его листьях содержатся ценные, животворные вещества. Танин придает чаю характерный терпкий вкус, который обладает важнейшим целебным свойством. Чайный танин способствует нормальному действию пищеварительного тракта, усвоению пищи организмом.

Вторым ценным веществом являются катехины — это соединения горького вкуса, обладающие высокой биологической активностью, именно они придают чаю одно из его важнейших свойств — свойство витамина Р. Катехины чайного листа дают очень хорошие и быстрые результаты при лечении повышенной хрупкости капилляров. Катехины чайного листа обладают антимикробным действием на дизентерийные, тифопаратифозные и кокковые бактерии. Катехины содействуют накоплению в организме и усвоению витамина С. Кроме катехинов, действующих как витамин Р, в чае содержатся необходимые организму витамины С, В₁, В₂, РР, К. Витамины и микроэлементы активизируют общую жизнедеятельность организма, повышают его устойчивость к болезням [3]. Кофеин возбуждает сердечно-сосудистую систему; улучшает кровообращение и дыхание; снимая нервную и мышечную усталость, повышает бодрость,

работоспособность и умственную активность, улучшает работу почек. Теобромин и тиофлавины улучшают кровообращение, расширяют сосуды и, подобно кофеину, стимулируют функцию почек. Одна из чайных аминокислот — глутаминовая — способствует восстановлению истощенной нервной системы. Содержащийся в чае фтор предохраняет от болезней зубов, йод признан как антисклеротическое средство. Смолистые вещества чая фиксируют, сохраняют его аромат.

Таким образом чай представляет собой уникальный концентрат ценнейших вкусовых, диетических и лекарственных веществ. Лечебное и профилактическое действие чая делает его одним из важнейших средств современной медицины.

По сегодняшним данным в мире широкое распространение получил готовый к употреблению (RTD) чай и другие виды чайных напитков, которые изготавливаются из готового чайного экстракта. Для одной тонны готового чая требуется 5–7 тонн воды при температуре 80–100 °С. Происходит экстракция с водой, для этого нужны большие энергозатраты. При этом происходит уменьшение катехинов и антиоксидантной активности на 30%.

Полученный из чайного листа экстракт, его повторное экстрагирование — давно известная технология. При этом существует большая вероятность попадания в экстракт канцерогенных веществ, уменьшаются антиоксидантные свойства продукции, повышаются энергозатраты.

Цель исследования — получение энергоёмкой комплексной технологии переработки чайного листа, которая обеспечивает упрощение чайной технологии

и расширение ассортимента продукции¹ [4,5] при сохранении максимального содержания катехинов, обладающих антиоксидантными свойствами и Р витаминной активностью [6].

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- установление температурного параметра пропаривания и замораживания чайного листа;
- разработка основы комплексной технологии переработки пропаренного и замороженного чайного флеша;
- получение жидкого зелёного и черного чая и на их основе производства профилактических безалкогольных, слабоалкогольных напитков, бальзамов и сиропа.

Объект исследования. В качестве объекта исследования нами были взяты оба вида чая — как гранулированного зелё-

¹ Сейдишвили Н.Р., Папунидзе С.Г., Чхартишвили И.Н., Кобахидзе М.А., Багратиони Р.Ю. Гранулированный желтый чай. Качество продукции, технологий и образования: Материалы XI Международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию кафедры стандартизации, сертификации и технологии продуктов питания, Магнитогорск, 30 марта 2016 года. Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова, 2016. с. 105–107. ISBN 978-5-9967-0829-1. EDN WLAJPR.

Sejdishvili N. R., Papunidze S. G., Chkhartishvili I. N., Kobahidze M. A., Bagrationi R. YU. Granulirovannyj zhelytyj chaj. Kachestvo produkcii, tekhnologij i obrazovaniya: Materialy XI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj 10-letiyu kafedry standartizacii, sertifikacii i tekhnologii produktov pitaniya, Magnitogorsk, 30 marta 2016 goda. Magnitogorsk: Magnitogorskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet im. G. I. Nosova, 2016. s. 105–107. ISBN 978-5-9967-0829-1.

ного и черного чая, так и жидкого зелёного и черного чая. Из пропаренных чайных листьев мы получили зелёный чай, а из замороженных дефростированных чайных листьев — черный чай. Для этого использовали клоновый лист растения чая «Колхида». Клон «Колхида» отличается сильным ростом, широкими светло-зелеными листьями, крупными однотонными флешами, которые придают чаю особый вкус. Эта особенность сохраняется только при клонально-вегетативном размножении в различных почвенно-климатических условиях. У генерациисорта «Колхида» установлено, что его вегетативное поколение отличается высокой урожайностью и продуктивностью. Он сохраняет высокие качественные свойства в условиях Аджарии.

Методы исследования. В ходе экспериментальных исследований использовались существующие методы физико-химического анализа:

- рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ (Межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 2173–2013);
- метод определения водорастворимых экстрактивных веществ (ГОСТ - 28551–90, ИСО 1574–80);
- методы определения содержания танина и кофеина (Межгосударственный стандарт чая ГОСТ 19885-74);
- ускоренный метод определения катехинов (Бокучава М. А., Попов В. Р.);
- метод определения содержания теафлавинов и теарубигинов (Бокучава М. А., Попов В. Р.);
- для количественного и качественного определения минеральных элементов использовался плазменный атомно-эмиссионный спектрофотометр icpe-9820 (Shimadzu, Japan).

Результаты и обсуждение. Разработанная технология уникальна тем, что в чайной промышленности в мировой практике впервые из чайного листа одновременно получили два продукта: жидкий и гранулированный чай.

Кратко поясним суть новой комплексной технологии.

Жидкий зелёный чай, выработанный из пропаренного чайного листа.

Параметры, которые действуют на качество клеточного сока: (1) время пропаривания и (2) воздействие температуры на пропаренный лист. При пропаривании чайного листа в течение 2, 5 и 10 минут при температуре 95–100 °С, было установлено, что пропаривания чайного листа в течении 2 минут недостаточно, при 10 минутном пропаривании происходит разваривание чайного листа. Наилучшим вариантом является пропаривание чайного листа в течение 5 минут.

Технологическая схема получения жидкого и гранулированного *зелёного чая* состоит из следующих технологических операций: пропаривание чайного листа → подсушка → выделение клеточного сока (20–25% относительно исходной массы) при помощи лабораторного пресса → гранулирование → сушка.

После получения жидкого чая из оставшейся массы вырабатывается гранулированный зелёный чай. Можно отметить, что он имеет высокое качество. Это связано с тем, что при производстве зелёного чая основной задачей является удаление клеточного сока, который способствует образованию гранулированного чая с меньшей терпкостью. В разных странах этот вопрос решается по-разному: либо при обработке применяют чрезмерное термическое воздействие, либо выливают выделившийся сок.

Клеточный сок, выделенный из пропаренных чайных листьев вышеуказанным способом, очень терпкий, и только при разбавлении в 15–20 раз он приобретает свойство зелёного чая. Авторы назвали его зелёным жидким чаем. В 100 мл содержится: сухого вещества по рефрактометру 10 %, 3–4 г фенольных соединений и 1,5–2 г катехинов, РН — 5,5.

При производстве *чёрного чая* возможность получения второго вида продукции обусловлена замораживанием чайного листа.

В процессе замораживания чайного листа происходит повреждение клеток за счет замораживания межклеточной воды. При температуре замораживания минус 35–40 °С образуются мелкие кристаллы, которые слабо повреждают чайный лист. При максимальном повреждении чайного листа авторы замораживали чайный лист при температуре минус 5–10 °С. При таком режиме замораживания образуются крупные кристаллы, которые способствуют максимальному повреждению чайного листа и выхода клеточного сока. При этом сводится до минимума потеря сухих веществ в чайном листе.

При комплексной переработке *чёрного чая* используются 2–3 чайные флешы, собранные в июле — августе. В этот период происходит максимальное накопление фенольных соединений, в том числе катехинов.

Технологическая схема получения жидкого и гранулированного *чёрного чая* состоит из следующих технологических операций: замораживание чайного листа → дефростация → выделение клеточного сока (20–25% относительно исходной массы) при помощи лабораторного пресса → гранулирование → сушка.

Клеточный сок, выделенный из замороженного дефростированного чайного

го листа, имеет большую вязкость, но не такую, как у зеленого чая. При разбавлении черного клеточного сока в 15–20 раз в полученном растворе терпкость вполне приемлема. Стоит отметить, что клеточный сок имеет менее ферментированные свойства черного чая, здесь происходит очень быстрая ферментация и полученный клеточный сок черного чая имеет темно красный цвет.

По нашему предположению, повреждение ткани клеточной системы чайного листа происходит в результате замораживания; интенсивный контакт веществ (катехинов) с ферментами при прессовании чая вызывает активацию процессов окисления катехинов и быстрое образование теафлавина, в связи с этим клеточный сок приобретает темно-красноватый цвет.

Это дает право клеточный сок, выделенный из замороженного дефростированного чайного листа, условно называть жидким черным чаем.

Нужно обратить внимание на то, что в клеточном соке «черного жидкого чая» содержание фенольных соединений, в том числе катехинов, высокое: в 100 мл содержание сухого вещества по рефрактометру 9,5%; фенольных соединений — 2,5–3 г; катехинов 1–1,5 г; тиофлавина 1,10 г; теорубигина 32,7 г; PH 5,5.

С помощью предложенной технологии получен клеточный сок зелёного и черного чая, который содержит 90–92% воды. Получен новый вид продукта, на основе которого можно приготовить продукцию общего и профилактического назначения. Из оставшейся массы получаем гранулированный зелёный и черный чай.

Чай, помимо фенольных соединений, богат полисахаридами, витаминами, макро- и микроэлементами [7].

Для количественного и качественно-определения минеральных элементов гранулированного зелёного и черного чая использовался плазменный атомно-эмиссионный спектрофотометр icpe — 9820 (Shimadzu). Суть метода заключается в определении интенсивности излучаемого света, который дают атомы, возбуждаемые индуктивно связанной аргонной плазмой на разных длинах волн. При возбуждении и ионизации любой элемент периодической системы излучает квант света, имеющий определенную длину волны. Качественный анализ проводят путем ограничения длины волны. Приготавливают стандартные растворы и аналитические образцы.

Для определения элементного состава чая необходимо правильно подготовить пробы [8]. Образец высушенного молотого чая массой 5 г взвешивают с точностью до 0,1 мг в фарфоровой чашке. Сосуд помещают на горячую плиту с температурой 100 °С. После прекращения выделения пара образец помещают в муфельную печь при температуре 450–500 °С на три часа до исчезновения всех следов углерода. Полностью озоленный образец дает пепел светло-серого цвета. При охлаждении золу растворяли добавлением 2 мл 4%-ной (по объему) азотной кислоты. Его осторожно нагревают, чтобы ускорить растворение золы. Затем растворенный раствор золы доводили до 25 мл азотной кислоты. Контейнеры, используемые для хранения или обработки проб, были очищены во избежание загрязнения металлами. Контейнеры обрабатывали азотной кислотой и промывали деионизированной водой. Концентрацию минеральных элементов в образцах чая выражали в мг/л сухого веса [9].

Во всех четырех чаях преобладают важнейшие элементы Ca, K, P, Mg, Na, Fe, Si, Zn,

Таблица 1. Результаты анализа минеральных элементов в образцах чая (мг/л)
Table 1. Results of analysis of mineral elements in tea samples (mg/l)

№	Наименование элементов	Гранулированный зелёный чай	Гранулированный чёрный чай	Жидкий зелёный чай	Жидкий чёрный чай
Макроэлементы мг/л					
1.	кальций (Ca)	3290	20121	15450	17350
2.	калий (K)	7000	16125	12200	15300
3.	фосфор (P)	2580	863	686	746
4.	магний (Mg)	992	5825	4745	5650
5.	натрий (Na)	338	2366	2285	1960
6.	железо(Fe)	64,3	1300	1400	1525
7.	кремний(Si)	140	827	750	774
Микроэлементы мг/л					
8.	алюминий(Al)	1330	28,6	29,6	29,1
9.	цинк (Zn)	14,6	42,0	32,7	29,6
10.	медь (Cu)	5,84	36,4	34,0	38,4
11.	магний (Mn)	23,0	3561	2145	3195
12.	бор (B)	0,49	8,6	4,6	4,4
13.	кадмий (Cd)	ULOD	ULOD	ULOD	ULOD
Ультрамикроэлементы мг/л					
14.	барий (Ba)	1,9	1,56	0,9	0,8
15.	хром (Cr)	ULOQ	ULOQ	ULOQ	ULOQ
16.	мышьяк (As)	0,0208	0,0191	-	-
17.	бериллий (Be)	0,0002	0,0001	-	-
18.	никель (Ni)	ULOQ	ULOQ	ULOQ	ULOQ
19.	кобальт (Co)	ULOD	ULOD	ULOD	ULOD
20.	свинец (Pb)	ULOD	ULOD	ULOD	ULOD

Примечание: ULOQ — ниже количественного предела, ULOD — ниже предела обнаружения.

Note: ULOQ — below limit of quantification, ULOD — below limit of detection.

Mn, необходимые для здоровья человеческого организма. Согласно санитарно-эпидемиологическим правилам и нормам [10] содержание Al, Cd, Ba, As, из токсичных элементов не превышает допустимого предела для токсичных элементов (Be) тогда как содержание потенциально токсичных элементов находится ниже предела обнаружения.

Заключение-рекомендация

Зелёный и чёрный жидкий чай очень богат содержанием катехинов, обладающих антиоксидантным свойством и Р витаминной активностью.

Из жидкого зелёного и чёрного чая были приготовлены газированные и негазированные напитки, бальзамы, слабоалкогольные напитки и профилактический сироп.

Разработана рецептура приготовления газированного напитка на основе жидкого зелёного и чёрного чая. Напиток состоит из сахарного сиропа, эфирного цитрусового масла и диоксида углерода CO₂. Приготовленный напиток характеризуется высокими вкусовыми свойствами.

Его сухое вещество повышено за счёт жидкого чая. К 10 л воды добавили 700 мл жидкого чая. Такой ароматный напиток довольно приятен для употребления.

Для получения слабоалкогольного напитка в состав добавляют этиловый спирт так, чтобы его концентрация не превышала 5–7%, а крепость чайного бальзама составляет 40%. После соответствующей выдержки состоялась дегустация, напиток получил высокую оценку.

Разработанная рецептура приготовления 63% сиропа на основе жидкого чая обладает хорошими визуальными и вкусовыми свойствами. При 4-х кратном разбавлении водой содержание катехинов высокое. В одном стакане содержится суточная доза витамина Р. Этот сироп можно использовать в профилактических целях.

Выводы. Разработанная технология уникальна тем, что впервые в мировой практике в чайной промышленности из чайного листа одновременно получили два продукта: жидкий и гранулированный чай. Даны рекомендации по приготовлению и применению продукции на основе жидкого зелёного и чёрного чая.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no relevant conflict of interests.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Иванов Ю.Г. Чай: секреты любимого напитка. Смоленск: Русич, 2002. 448 с. Ivanov Yu. G. Chaj: sekrety` lyubimogo napitka. Smolensk: Rusich, 2002. 448 p.
2. Давиташвили М. Д. Наш друг чай. Москва: «Колос», 1979. 152 с. Davitashvili M. D. Nash drug chaj. Moskva: «Kolos», 1979. 152 p.
3. Бокучава М. А. Биохимия чая и чайного производства. Москва: Изд-во Акад. наук СССР, 1958. 587 с. Bokuchava M. A. Bioximiya chaya i chajnogo proizvodstva. Moskva: Izd-vo Akademii nauk SSSR., 1958, 587 с.
4. Сейдишвили Н., Кобахидзе М., Лазишвили Л. Холодный зелёный чай с витамином Р и С. *Пиво и напитки*. 2004;(4):96–97. EDN OPTSKN

- Seidishvili N., Kobaxidze M., Lazishvili L. Xolodny`j zelyony`j chaj s vitaminami P i C. *Pivo i napitki*. 2004;(4):96–97.
5. Melody Wong, Sameera Sirisena, Ken Ng. Phytochemical profile of differently processed tea: a review. *Journal of Food Science*. 2022;87(5):1925–1942. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16137>
 6. Gebretsadik D.W., Chandravanshi B.S. Levels of metals in commercially available Ethiopian black teas and their infusions. *Bull. Chem. Soc. Ethiop.* 2010;24(3):339–349.
 7. Soomro M.T., Zahir E., Mohiuddin S., Khan N.S., Naqvi I.I. Quantitative assessment of metals in local brands of tea in Pakistan. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2008;11(2):285–289. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2008.285.289>
 8. Handbook of methods for plant analysis. Taylor & Francis Group, 1998. 287 p.
 9. Shigeta K., Kaburaki Y., Iwai T, Okino H. Evaluation of the analytical performances of a valve-based droplet direct injection system by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*. 2015;30(7):1609–1616. <https://doi.org/10.1039/C3JA50382H>
 10. Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official Journal of the European Union*. 2006;5(364):5–24.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Нино Ревзиевна Сейдишвили, доктор технических наук, старший научный сотрудник, Институт аграрных и мембранных технологий Батумского государственного университета им. Шота Руставели, Грузия, 6010, Батуми, ул. Руставели/Ниношвили 32/35; Scopus Author ID: 55210764300, <https://orcid.org/0009-0008-0379-771X>; seinino99@gmail.com

София Рафаеловна Папунидзе, доктор биологических наук старший научный сотрудник, Институт аграрных и мембранных технологий Батумского государственного университета им. Шота Руставели, Грузия, 6010, Батуми, ул. Руставели/Ниношвили 32/35; <https://orcid.org/0000-0002-1051-7017>; sopiko.papunidze@bsu.edu.ge

Иамзе Николаевна Чхартишвили, доктор технических наук, старший научный сотрудник Института аграрных и мембранных технологий Батумский Государственный университет им. Шота Руставели, Грузия, 6010, Батуми, ул. Руставели/Ниношвили 32/35; Scopus Author ID: 58805044600, <https://orcid.org/0000-0002-4869-4078>; iamze.chkhartishvili@bsu.edu.ge

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Nino R. Seidishvili, Doctor of Technical Sciences, senior researcher at the Institute of Agricultural and Membrane Technologies, Batumi State University named after Shota Rustaveli, Georgia, 6010, Batumi, Rustaveli/Ninoshvili st. 32/35; Scopus Author ID: 55210764300, <https://orcid.org/0009-0008-0379-771X>; seinino99@gmail.com

Sofia R. Papunidze, Doctor of Biological Sciences, senior researcher at the Institute of Agricultural and Membrane Technologies Batumi State University named after Shota Rustaveli, Georgia, 6010, Batumi, Rustaveli/Ninoshvili st. 32/35; <https://orcid.org/0000-0002-1051-7017>; sopiko.papunidze@bsu.edu.ge

Iamze I. Chkhartishvili, Doctor of Technical Sciences, senior researcher at the Institute of Agricultural and Membrane Technologies Batumi State University named after Shota Rustaveli, Georgia, 6010, Batumi, Rustaveli/Ninoshvili st. 32/35; Scopus Author ID: 58805044600, <https://orcid.org/0000-0002-4869-4078>; iamze.chkhartishvili@bsu.edu.ge

Поступила в редакцию / Received 11.07.2024



Экономика и инновации / Economy and innovations

Оригинальная статья / Original article

УДК 332.142.4, 332.146.2

[https://doi.org/ 10.31432/1994-2443-2024-19-2-37-59](https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-37-59)**Устойчивая экосистема бизнес-моделей:
опыт и уроки проекта развития*******М. А. Некрасова¹ ✉, В. С. Палагин²**¹Российская экологическая академия, г. Москва, Российская Федерация²Группа компаний «ПМСОФТ», г. Москва, Российская Федерация✉ mnekrasova08@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается пример расширения области интересов проекта на сферу предпроектной деятельности, направленной на решение задач бизнес-планирования и формирования концепции будущего продукта. Основная цель исследования — рассмотреть действующие и предложить эффективные подходы к бизнес-планированию проекта в системе «Национальный парк — Регион развития».

Для разработки эффективной, устойчивой экосистемы бизнес-моделей национального парка, вносящих положительный вклад в региональный валовый продукт региона, были проанализированы действующие подходы к оценке вклада хозяйственной и иных видов деятельности, в том числе проектной в социально-экономическое развитие регионов и страны в целом. В анализе использованы методические рекомендации по разработке и корректировке стратегий развития, а также национальные показатели социально-экономического, устойчивого, низкоуглеродного развития, адаптации к изменению климата экономики региона. В результате применения рассмотренных подходов к бизнес-планированию проекта в системе «Национальный парк — Регион развития» разработан перечень мероприятий по увеличению инвестиционной привлекательности национального парка.

Все мероприятия успешно совместимы с основными целями национального парка, такими как сохранение биоразнообразия и культурных ценностей (кода) региона. Бизнес-модели предложены для эффективного вклада национальных парков в социально-экономическое развитие региона с учетом природно-ресурсного и ре-

***Статья написана по материалам доклада на международной научной конференции «Наука и технологии: источники данных и аналитические подходы в целях развития», 29–30 мая 2024, г. Москва, Россия.

креационного потенциала парка, интересов местного населения, участников внутреннего и внешнего туризма.

Рассмотренная в статье устойчивая экосистема бизнес-моделей развития национального парка не ограничена рамками уникального исследования для одного региона. Сверхзадачей данного исследования было создание прототипа для устойчивого социально-экономического развития регионов, включающих сеть региональных особо охраняемых природных территорий и национальных парков.

Ключевые слова: бизнес-модель проекта, особо охраняемые природные территории, социально-экономическое развитие региона, устойчивая экосистема бизнес-моделей, бизнес экосистема, национальный парк

Финансирование. Финансирование отсутствовало.

Для цитирования: Некрасова М. А., Палагин В. С. Устойчивая экосистема бизнес-моделей: опыт и уроки проекта развития. *Информация и инновации*. 2024;19(2): 37-59. <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-37-59>

Sustainable ecosystem of business models: experience and lessons of the development project***

M. A. Nekrasova¹ ✉, V. S. Palagin²

¹ Russian Ecological Academy, Moscow, Russian Federation

² PMSOFT Group of Companies, Russian Federation

✉ mnekrasova08@mail.ru

Abstract. The article considers an example of expanding the area of interest of the project to the sphere of pre-project activities aimed at solving the tasks of business planning and forming the concept of the future product. The main objective of the study is to review current and propose effective approaches to project business planning in the National Park — Development Region system.

To develop an effective, sustainable ecosystem of national park business models that make a positive contribution to the regional gross product (RGP) of the region, the current approaches to assessing the contribution of economic and other activities, including project activities, to the socio-economic development of regions and the country as a whole were analyzed. The analysis uses methodological recommendations for the development and adjustment of development strategies, as well as national indicators of socio-economic, sustainable, low-carbon development, climate change adaptation of the region's economy. As a result of application of the considered approaches to business planning of the project in the system 'National Park — Development Region' a list of measures to increase the investment attractiveness of the national park was developed. All activities are successfully compatible with the main objectives of the national park, such as preservation of biodiversity and cultural values (code) of the region. Business models are proposed for the effective contribution of national parks to the socio-economic development of the development region, taking into account the natural-resource and recreational potential of the park, interests of the local population, participants of internal and external tourism.

The sustainable ecosystem of business models for national park development considered in this article is not limited to the framework of a unique study for one region. The super task of this study was to create a prototype for sustainable socio-economic development of regions that include a network of regional protected areas and national parks.

Keywords: project business model, specially protected natural areas, socio-economic development of the region, sustainable business model ecosystem, business ecosystem, national park

Funding. No funding.

For citation: M. A. Nekrasova., V. S. Palagin. Sustainable ecosystem of business models: experience and lessons of the development project. *Information and Innovations*. 2024;19(2):37-59. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-37-59>

***The article is based on the materials of the report at the international scientific conference «Science and Technology: Data Sources and Analytical Approaches for Development», May 29–30, 2024, Moscow, Russia.

Введение

Современное управление проектами активно осваивает смежные области деятельности до и после, выше и ниже собственно проекта. Это может иногда вредить выгодам от узкой проектной специализации, но может и способствовать повышению качества управления, работ и взаимодействия со смежниками.

В статье рассматривается пример расширения области интересов проекта на то, что обычно относят к предпроектной деятельности, где решаются задачи бизнес-планирования и формирования концепции будущего продукта. В этой области происходит много интересного для команд проектов. Основная цель исследования — рассмотреть действующие и предложить эффективные подходы к бизнес-планированию проекта в системе «Национальный парк — Регион развития».

Тема статьи раскрыта для проекта развития особо охраняемых природных территорий (ООПТ), а это — «участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны»¹ [1].

Это весьма актуально в настоящее время, когда под воздействием различных факторов усиливается спрос на внутренний туризм и рекреационные активы, на реальное сохранение и улучшение среды обитания, на конструктивную стратегию развития ООПТ. Жизнь требует пересмотра старых и разработки новых бизнес-моделей участия национальных парков (НП) в социально-экономическом развитии

регионов. Для реализации поставленных перед заповедной системой Российской Федерации задач по развитию внутреннего туризма вступили в действие нормативно-правовые акты, устанавливающие порядок создания и функционирования туристско-рекреационных особых экономических зон в границах национальных парков с соблюдением режима особой охраны национального парка и по согласованию с уполномоченным органом, в ведении которого находится национальный парк².

Отметим еще раз, что ООПТ изъяты полностью или частично из хозяйственного использования и для них установлен режим особой охраны. Это значит, что обычный хозяйственный подход здесь не пригоден: в логике денежных потоков это центры затрат. В логике системного подхода с учетом ценностей и выгод широкого круга стейкхолдеров картина выглядит иначе, но это надо уметь видеть с помощью современных подходов к бизнес-планированию проектов.

Устойчивая экосистема бизнес-моделей — элемент эффективного вовлечения национального парка в деятельность региона развития

В статье рассмотрен проект «Разработка модели эффективного включения национального парка в деятельность региона» и его результаты. Прикладной научный проект был выполнен в течение одного года. Наиболее важные для данного проекта области управления и связанные с ними проблемы показаны в табл. 1.

Все рассмотренные выше проблемы и их преодоление — не самое важное. Идеальных команд нет, их надо формировать и развивать, что и было сделано общими усилиями.

¹ Федеральный закон от 14.03.1995 № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях».

² Федеральный закон от 18 марта 2023 г. № 77-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Таблица 1. Проблемы и решения в управлении проектом
Table 1. Table 1. Problems and solutions in project management

№	Области управления	Проблемы и решения
1	Управление стейкхолдерами	<p>В состав стейкхолдеров входили ОИВ федерального и регионального уровня, Национальный парк и его контрагенты, другие организации, население на территории НП и прилегающих территориях.</p> <p>Проблемы: различия в статусах, интересах и целеполагании, конфликты интересов.</p> <p>Решения: активное выявление требований и ожиданий, использование административных и иных ресурсов.</p>
2	Управление содержанием	<p>Проблемы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • научно-исследовательская форма работы побуждала креативность, но ее жестко ограничивал сугубо прикладной характер ожидаемых результатов; • сложное содержание работ требовало привлечения экспертов разного профиля со своими точками зрения на содержание проекта. <p>Решения: открытое интенсивное обсуждение планов и результатов каждого шага внутри команды, постоянное внимание руководителя проекта к определению приоритетов и исполнительской дисциплине.</p>
3	Управление расписанием	<p>Поддерживалось календарное планирование с элементами Agile в неявном виде.</p> <p>Проблемы: попытки отрыва планирования от ТЗ, частые срывы сроков выполнения.</p> <p>Решения: гибкое управление ресурсами, поддержание управленческого резерва.</p>
4	Управление ресурсами	<p>Главным ресурсами проекта были информация и эксперты.</p> <p>Проблемы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • трудности добывания нужной информации из различных независимых источников; • эксперты высокой, но всегда достаточно широкой квалификации не всегда могли бесконфликтно реализовать свои компетенции; • большая часть команды имела обширный опыт успешной совместной работы в прошлом, но былая результативность не трансформируется автоматически в текущие результаты; • удаленная работа в режиме виртуального офиса и параллельного участия членов команды в других проектах заметно снижала качество общения. <p>Решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использование личных связей с источниками информации; • всемерное поддержание эффективных межличностных коммуникаций; • активное использование видеоконференций, дополнительное общение по другим каналам.
5	Управление коммуникациями	<p>Проблемы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • работа в виртуальном офисе с электронными документами вызывала затруднения у некоторых экспертов; • потери информации при совместной работе с электронными документами;

Окончание таблицы

№	Области управления	Проблемы и решения
5	Управление коммуникациями	<ul style="list-style-type: none"> • самовольное делегирование некоторыми исполнителями функций научного редактирования сотрудникам, которые по своей компетенции могли выполнять только грамматическую корректуру текста (с чем обычно вполне справляется текстовый редактор Word или его аналоги); • делегирование финальной сборки текста с многочисленными содержательными и формальными ошибками одному сотруднику (классическое узкое место в потоке). Решения: <ul style="list-style-type: none"> • Обучение в процессе деятельности; • Многократные затратные редактирования финальных версий отчетов (конечно, это квазирешение, но других вариантов не было). Эффективным решением могла быть замена экспертов на более квалифицированных, но в коротком проекте это только ухудшило бы ситуацию.
6	Управление качеством	Качество было болевой точкой проекта. Здесь проявились все рассмотренные выше проблемы ресурсов и коммуникаций. Затраты на исправление выявленных недостатков были чрезмерными. Это частая проблема творческих коллективов с участниками, ставящими индивидуальные результаты выше командных. Решения правильные: обучение в процессе деятельности, замена экспертов на более квалифицированных. Решение, реализованное в силу обстоятельств: доработки другими членами команды результатов участников, от которых в силу заявленных компетенций ожидалось содержательные, грамотные и правильно отформатированные тексты.

Главное — полученные результаты и, в первую очередь, разработка модели бизнес-планирования для системы «НП – Регион» в контексте государственных программ, национальных и федеральных проектов, приоритетных программ и проектов, реализуемых в Российской Федерации.

Современные тенденции развития экономической системы стран и регионов основываются на платформенных решениях, использовании искусственного интеллекта и переходе от бизнес-моделей к бизнес-экосистемам³. Чаще всего в данном контек-

³ Что такое бизнес-экосистемы и зачем они нужны. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/6087e5899a7947ed35fdbbf3> (дата обращения: 17.07.2023).

сте понятие бизнес-экосистема унаследовало первичное значение природной экосистемы, но рассматривает ее скорее как техническую [2]. Банк России определяет экосистему как «...совокупность сервисов, в том числе платформенных решений, одной группы компаний или компаний и партнеров, позволяющих пользователям получать широкий круг продуктов и услуг в рамках единого процесса. Предлагаемая экосистемой линейка сервисов удовлетворяет большинство ежедневных потребностей клиента или выстроена вокруг одной или нескольких его базовых потребностей (экосистемы на начальном этапе своего формирования или нишевые экосисте-

мы)»^{4,5}. Первый зампред правления Сбербанка А.Ведяхин делает акцент 2-х направлениях развития экосистем (услуги для государства и бизнеса) несмотря на то, что в центре экосистемы находится физическое лицо³. Разработка бизнес-экосистем меняет роль участвующих в их бизнес-процессах людей, повышаются производительность труда, создают новые ценностные предложения для потребителей, появляются новые возможности для роста бизнеса, исчезают географические и языковые барьеры, растёт доступ к товарам и услугам⁶ [3,4]. Для успешного развития бизнес-экосистем, по мнению экспертов, необходимы опережающие темпы роста отрасли информационно-телекоммуникационных систем. Для реализации успешных сценариев необходимо «...активно стимулировать развитие человеческих ресурсов, а расходы на образование в этой отрасли должны составлять порядка 7% в год в реальном выражении...»⁷.

⁴ Регулирование рисков участия банков в экосистемах и вложений в иммобилизованные активы / Доклад для общественных консультаций. Москва: Центральный банк Российской Федерации, 2021. URL: http://www.cbr.ru/content/document/file/123688/consultation_paper_23062021.pdf (дата обращения: 17.07.2024).

⁵ Экосистемы: подходы к регулированию / Доклад для общественных консультаций. Москва: Центральный банк Российской Федерации, 2021. URL: http://www.cbr.ru/content/document/file/119960/consultation_paper_02042021.pdf (дата обращения: 17.07.2024).

⁶ Экосистемы для малого бизнеса: шанс или угроза. URL: <https://www.eg-online.ru/news/448255/> (дата обращения: 17.07.2024).

⁷ Эксперты описали сценарии развития информтехнологий в России до 2030 года. URL: https://www.rbc.ru/technology_and_media/20/07/2023/64b7a9029a794727c538826a?from=from_main_4 (дата обращения: 20.07.2024).

Вклад НП в социально-экономическое развитие региона обычно имеет как положительные, так и отрицательные эффекты. Отрицательные эффекты выражаются, например, в выводе из хозяйственного оборота области нескольких процентов территории, депопуляции населения, сокращении рабочих мест, снижении качества жизни населения, технологической сегрегация населения на территории НП, разрушении фермерских хозяйств и опустении сельских поселений на территории НП. Положительный эффект выражается в создании и охране территорий для сохранения биологического разнообразия и оказания экосистемных услуг населению, секвенировании парниковых газов в эквиваленте CO₂ лесными, луговыми, водными и болотными экосистемами НП.

Цели и задачи развития модельного региона, вклад в достижение которых может вносить деятельность НП

Одним из приоритетных направлений социально-экономического развития проектного региона был выбран туризм.

Развитие индустрии гостеприимства даёт дополнительный стимул к развитию обеспечивающих отраслей промышленности, сельского хозяйства, сферы услуг и образования, продукты и услуги которых, в том числе инновационные, будут способствовать росту инвестиций в формирование туристско-рекреационных кластеров, отвечающих современным мировым требованиям организации, управления и оказания услуг, обеспечения комплексной безопасности и транспортной доступности объектов туристско-рекреационной деятельности для развития спортивно-оздоровительного, делового, паломниче-

ского и экологического туризма⁸. Вторым по значимости стратегическим направлением социально-экономического развития многих регионов являются инновации и инвестиции в науку, образование и просвещение. Не менее важны для проекта и такие приоритеты развития региона как качество предоставления медицинской помощи, доступность и качество образования, своевременность и адресность социальной поддержки, особенно мобилизованным гражданам, участникам СВО и членам их семей.

Методология исследования бизнес-моделей НП как драйвера социально-экономического развития региона

Для разработки эффективной устойчивой экосистемы бизнес-моделей НП, вносящих положительный вклад в региональный валовой продукт региона, были проанализированы действующие подходы к оценке вклада хозяйственной и иных видов деятельности, в том числе проектной, в социально-экономическое развитие регионов и страны в целом. В анализе использованы методические рекомендации по разработке и корректировке стратегий развития. Во всех проанализированных документах для оценки вклада рекомендовано использовать экспертную оценку⁹.

⁸ Об утверждении Стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2020 года. URL: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?doc_itself=&backlink=1&nd=102353142&page=1&rdk=3#l0 (дата обращения: 17.07.2024).

⁹ Методические рекомендации по разработке и корректировке стратегии социально-экономического развития субъекта Российской Федерации и плана мероприятий по ее реализации (с изменениями на 18 февраля 2022 года). Утверждены приказом Минэкономразвития России от 23 марта 2017 года № 132. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054578> (дата обращения: 17.07.2024).

Стратегии регионального развития являются базовыми документами для развития бизнес-моделей, но не содержат детальной проработки социально-экономических и экологических показателей, предусмотренных в бизнес-планах. По этой причине при разработке и оценке вклада бизнес-моделей в социально-экономическое развитие региона, их преобразования в гибридные устойчивые бизнес экосистемы «НП – Регион» отправными документами являются стратегии развития НП и региона, а также базовые для них национальные показатели социально-экономического, устойчивого и низкоуглеродного развития, адаптации к изменению климата экономики региона и прочие.

Методика расчета вклада гибридной устойчивой экосистемы бизнес-моделей «НП – Регион»

Расчет вклада гибридной устойчивой экосистемы бизнес-моделей (УЭБМ) «НП – Регион», содержащей открытые и закрытые платформенные решения, в социально-экономическое развитие региона может быть выполнен в 4 этапа:

1 этап. Определение целей и задач и целевых показателей: например, увеличение туристского потока, увеличение занятости, повышение доходов местного населения и т.п.

2 этап. Сбор и анализ данных. В анализе, кроме прочих должна присутствовать информация о прибыли, затратах, числе посетителей, занятости, доходах и других социально-экономических показателях деятельности НП и связанных с его деятельностью организаций региона, приоритетных факторах регионального, национального и международного контекстов, необходимых и достаточных для функционирования устойчивой экоси-

стемы бизнес-моделей НП. Результатом анализа должны стать ранжирование и приоритезация действующих бизнес-моделей хозяйственной и иных видов деятельности, а также прогноз вклада развивающихся отраслей и видов деятельности региона, использующих потенциал НП. Например, развитие закрытых платформенных решений может способствовать привлечению инвестиций и созданию новых рабочих мест, а открытые платформы — развитию туризма и повышению занятости и доходов населения.

3 этап. Оценка влияния. В оценке непосредственного вклада гибридной бизнес-модели могут быть использованы методы экономического анализа, социальных исследований или прогнозного социально-экономического моделирования. Например, экономическая оценка влияния увеличения туристского потока на экономику региона или моделирование для последующего прогноза роста вклада в развитие региона при разных сценариях использования гибридной бизнес-модели экосистемы.

4 этап. Выводы и рекомендации. Для дальнейшего развития новых перспективных бизнес-моделей деятельности и повышения эффективности и устойчивости действующих в ядре гибридной бизнес-модели экосистемы НП и региона бизнесов необходимо сформулированные выводы и рекомендации включить в изменения региональных стратегий развития и стратегию развития НП.

Однако, при сохранении общей методологии оценки вклада гибридной УЭБМ НП конкретные методы и подходы будут зависеть от особенностей вмещающего региона и приоритетных бизнес-моделей

в ядре экосистемы. Для более точного и всестороннего анализа влияния гибридной бизнес-модели на социально-экономическое развитие региона рекомендуется привлекать экспертов в области экономики, социальных исследований, устойчивого развития, международных отношений, информационно-телекоммуникационных технологий, сохранения биоразнообразия, образования и просвещения, науки и инновационного развития и прочих отраслей знаний [5,6,7].

От экосистемы бизнес-моделей к бизнес-экосистеме

В мире разработано множество подходов к созданию и развитию современных динамично развивающихся устойчивых бизнесов в различных отраслях хозяйственной и иных видов деятельности. Со временем они эволюционировали от создания бизнес-моделей, основанных, например, на методологии А. Остервальдера (рис. 1), к созданию бизнес-экосистем, основывающихся, например, на методологии «Тулкит Платформенного дизайна 2.1»^{10, 11}. Это примеры использования шаблонов на стадии стратегического дизай-

¹⁰ Н. Белостоцкая Бизнес-модель Остервальдера и Lean Canvas: неклассические подходы планирования. Инструкция по применению простых бизнес-моделей. URL: <https://kachestvo.pro/kachestvo-upravleniya/instrumenty-menedzhmenta/biznes-model-ostervaldera-i-lean-canvas-neklassicheskie-podkhody-planirovaniya/> (дата обращения: 17.07.2024).

¹¹ Лаборатория Wonderfull, материалы Митапа «Платформы: от продуктов к экосистемам», материалы консалтинговой компании Gartner. URL: https://lab-w.com/method_meetup/platform_design (дата обращения: 03.06.2024).

Ключевые партнеры <ul style="list-style-type: none"> • Поставщики • Партнеры • Что для нас делают • Что мы для них делаем 	Ключевые процессы <ul style="list-style-type: none"> • Как производим • Как продаем • Как решаем проблему клиента • Как поддерживаем платформы 	Достоинства предложения <ul style="list-style-type: none"> • Что предлагаем • Какую проблему клиента решаем • Почему люди будут покупать у нас 	Отношения с клиентами <ul style="list-style-type: none"> • Как привлекаем • Как удерживаем • Как общаемся • Как помогаем 	Сегменты ЦА <ul style="list-style-type: none"> • Кому продаем • Чего хотят • Что для них важно • За что готовы платить • Сколько готовы платить
	Ключевые ресурсы <ul style="list-style-type: none"> • Финансовые • Людские • Интеллектуальные • Физические 		Каналы взаимодействия <ul style="list-style-type: none"> • Точки касаний • Как рассказываем о продукте • Как доставляем • Как обслуживаем 	
Структура издержек <ul style="list-style-type: none"> • За что мы платим • Сколько платим • Что обходится дороже всего 			Источники доходов <ul style="list-style-type: none"> • За что нам платят • Как платят • Как образуем цены 	

а)



б)

Рис. 1. Классическая бизнес-модель (Business Model Canvas) (а) и бережливая бизнес-модель (Lean Canvas) (б) А. Остервальдера¹⁰

Fig.1. Classical business model (Business Model Canvas) (a) and lean business model (Lean Canvas) (b) by A. Osterwalder¹⁰

<p><i>Ключевые партнеры</i></p> 	<p><i>Ключевые виды деятельности</i></p> <p>Организация походов и рыбалок в заповедники и особо охраняемые природные территории Приморского края</p>	<p><i>Ценностное предложение</i></p> <p>«...Цель наших маршрутов – попасть в уникальные, дикие и красивые места Приморского края, почувствовать природу горной страны Сихотэ-Алинь и Японского моря...»</p>	<p><i>Взаимоотношения с клиентами</i></p> <p>Общение в виде онлайн-сообществ</p>	<p><i>Потребительские сегменты</i></p> <p>«Энтузиасты экотуризма» 25–35 лет. Ценят природу, любят путешествия, легки на подъем, общительны</p>
<p><i>Структура издержек</i></p> <p>Оплата разрешений на вылов, пропуски в национальные парки и заповедники, транспортировка и трансферы (японские джипы Toyota Sequoia, подготовленные к бездорожью), размещение на туристических базах, кемпингах, аренда туристического оборудования (палатки, коврики и др.), 3-разовое питание (завтрак, перекус и ужин), заработная плата гидов</p>		<p><i>Потоки поступления доходов</i></p> <p>Стоимость экотура (65–75 тыс. руб с одного человека в зависимости от сезона)</p>		
<p><i>Вклад в экологическое развитие региона</i></p> <p>Обеспечение денежных потоков для поддержания особо охраняемых природных территорий Приморского края</p>		<p><i>Вклад в экономическое развитие региона</i></p> <p>Повышение имиджа Приморского края в глазах жителей других регионов. Небольшой вклад в ВВП по туристическим услугам в регионе</p>		

Рис. 2. Бизнес-модель экоклуба «Сихотэ-Алинь» по классической бизнес-модели А. Остервальдера [2]

Fig. 2. Business model of the Sikhote-Alin eco-club based on the classical business model of A. Osterwalder [2]

на для установки новых правил на рынке, переосмысления организационных моделей действующих организаций, мобилизации формирования эффективной экосистемы и прочее¹².

Эти подходы нашли применение и в построении бизнес-моделей организаций экологической направленности. Например, бизнес-модель экоклуба «Сихотэ-Алинь» построена по классической бизнес-модели А. Остервальдера (рис. 2).

Несмотря на достаточно активное развитие бизнес-экосистем в мире и в Рос-

¹² Платформы: от продуктов к экосистемам. URL: https://lab-w.com/method_meetup/platform_design (дата обращения: 17.07.2024).

сийской Федерации, отсутствие единой классификации экосистем, недостаточная изученность видов и взаимосвязей участников, а также их взаимного влияния требуют детального изучения и системного подхода к созданию бизнес-экосистемы «НП – Регион». В работе Кулапова М. Н. и др. [2] предложены модели организации и типизация экосистем по масштабу деятельности (рис. 3, 4).

Таким образом, проведенный анализ исследований в сфере инициации, планирования, организации и функционирования бизнес-экосистем и их применимости в совершенствовании бизнес-моделей взаимодействия «НП – Регион» позволяет с высокой долей вероятности считать эффективным подход по посте-

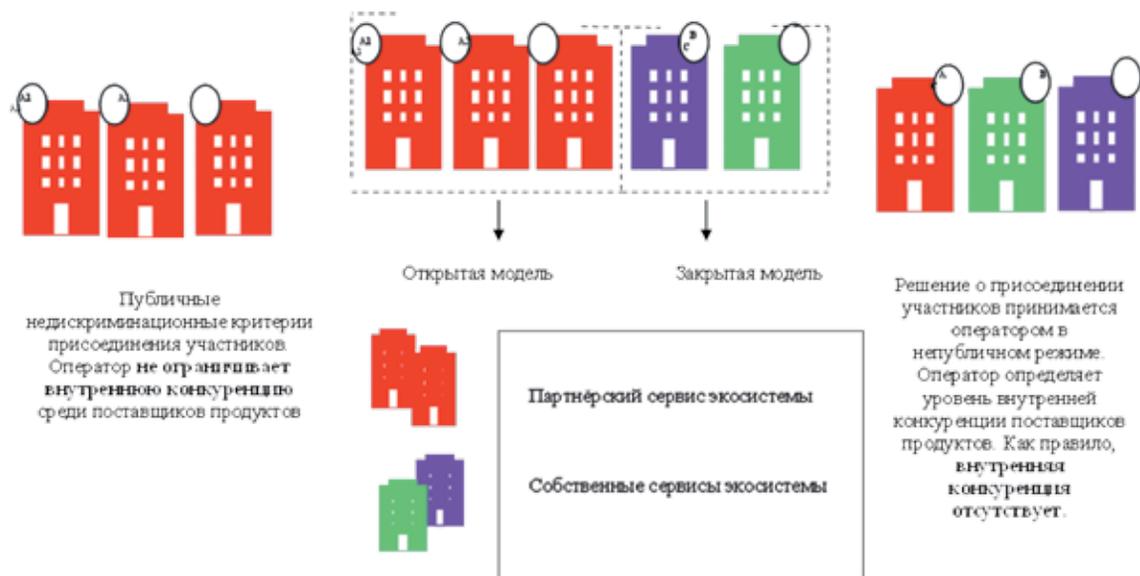


Рис. 3. Модели организации экосистем [2]
Fig. 3. Models of ecosystem organization [2]

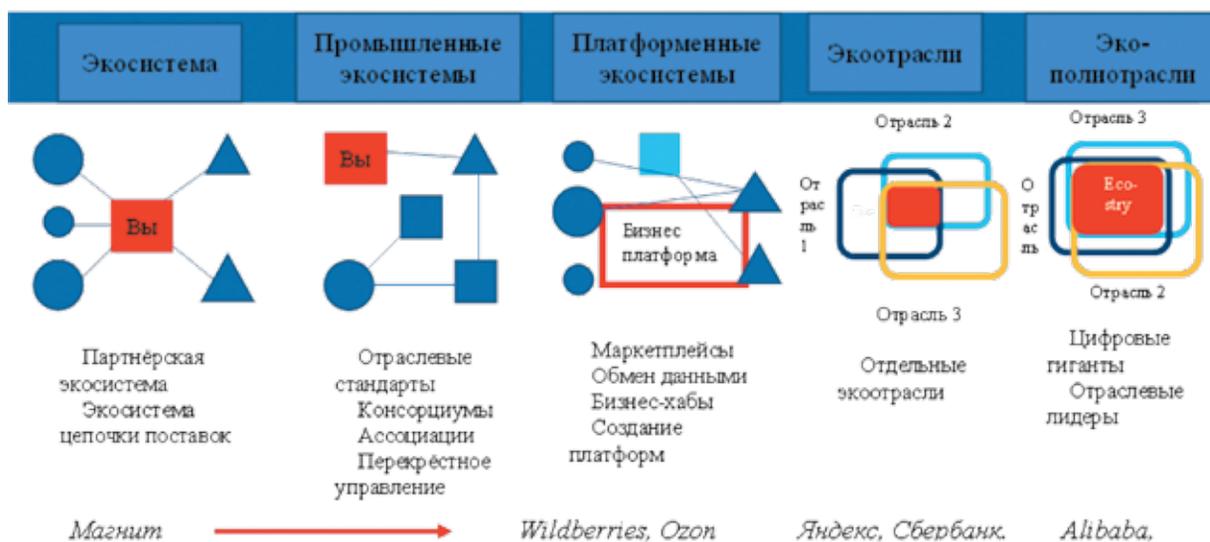


Рис. 4. Типизация экосистем по масштабу деятельности [2]
Fig. 4. Typification of ecosystems by scale of activity [2]

пенному преобразованию действующих и вновь создаваемых бизнес-моделей НП в схему гибридной модели бизнес-

экосистемы «НП – Регион», сочетающую открытые и закрытые платформенные решения.

Устойчивая экосистема бизнес-моделей развития национального парка

Для разработки и совершенствования бизнес-моделей действующей хозяйственной и иных видов деятельности НП, входящих в ядро гибридной УЭБМ НП, наиболее подходящим прототипом бизнес-модели может выступить методика Lean Canvas (см. рис. 1б). Lean Canvas отталкивается от методологии Lean Startup («бережливый стартап»). Lean Canvas является одним из часто используемых подходов, предложенных А. Остервальдом. Эта технология направлена на экономию ресурсов. Бизнес-модели НП, разработанные на ее основе, будут с большой вероятностью вносить положительный вклад в социально-экономическое развитие региона.

Для того чтобы на начальном этапе правильно сформировать ядро бизнес-экосистемы из действующих бизнес-моделей, необходимо выявить приоритетные контексты влияния региональных, национальных и международных факторов, необходимых и достаточных для разработки УЭБМ НП, оценить ограничения и ресурсы НП и вмещающего региона, потребности региона, Российской Федерации, зарубежных стран, стратегии развития региона и НП [5,8]. И только на следующих этапах можно строить или совершенствовать бизнес-модели «НП – Регион».

УЭБМ НП это эволюционный переход от монолитной организации, в функции которой входит организация экологического, познавательного, устойчивого туризма и прочих «outdoors» занятий и мероприятий, например, спортивно-рекреационной, внеаудиторной образовательной, научно-исследовательской и иной деятельности, к организации, объединенной в экосистему десяткам малых

и средних предприятий (МСП), динамически связанных между собой одноранговыми контрактами экосистемы. В такой УЭБМ «НП – Регион» приоритеты, оплата труда, продуктов и услуг определяются и управляются участниками УЭБМ, а инвестиции ориентированы на ключевые приоритеты и долгосрочные бизнес-сценарии. Устойчивость экосистемы бизнес-моделей «НП – Регион» обеспечивается, в том числе, использованием реестров и смарт-контрактов на основе блокчейна, которые, с одной стороны, помогают хранить и использовать открытую информацию, а с другой — регулируют взаимодействие узлов друг с другом посредством самоисполняющихся контрактов, называемых в Ренданхейи-методологии «контракты экосистемных микропредприятий» (КЭМ)¹³.

Такая схема организации и функционирования УЭБМ «НП – Регион» позволяет лучше справляться с экспоненциальной динамикой и рыночными потрясениями (рис. 5).

Гибридная модель бизнес-экосистемы «НП – Регион» (УЭБМ), сочетающая открытые и закрытые платформенные решения, разработана на основе методологии Boundaryless¹⁴. Важно отметить, что гибридная модель бизнес-экосистемы «НП – Регион» должна по мере необходимости отвечать требованиям гибкости и адаптивности к изменяющимся усло-

¹³ Практика организационного проектирования и развития для 21 века. URL: <https://www.boundaryless.io/3eo-framework/> (дата обращения: 03.07.2024).

¹⁴ The 3EO Toolkit and Entrepreneurial Ecosystemic Organization Development Services. URL: https://app.boundaryless.io/app/uploads/2021/08/003_ExecutiveSummary_3EO_ES_3EO_1-0_2021_08.pdf (дата обращения: 03.07.2024).

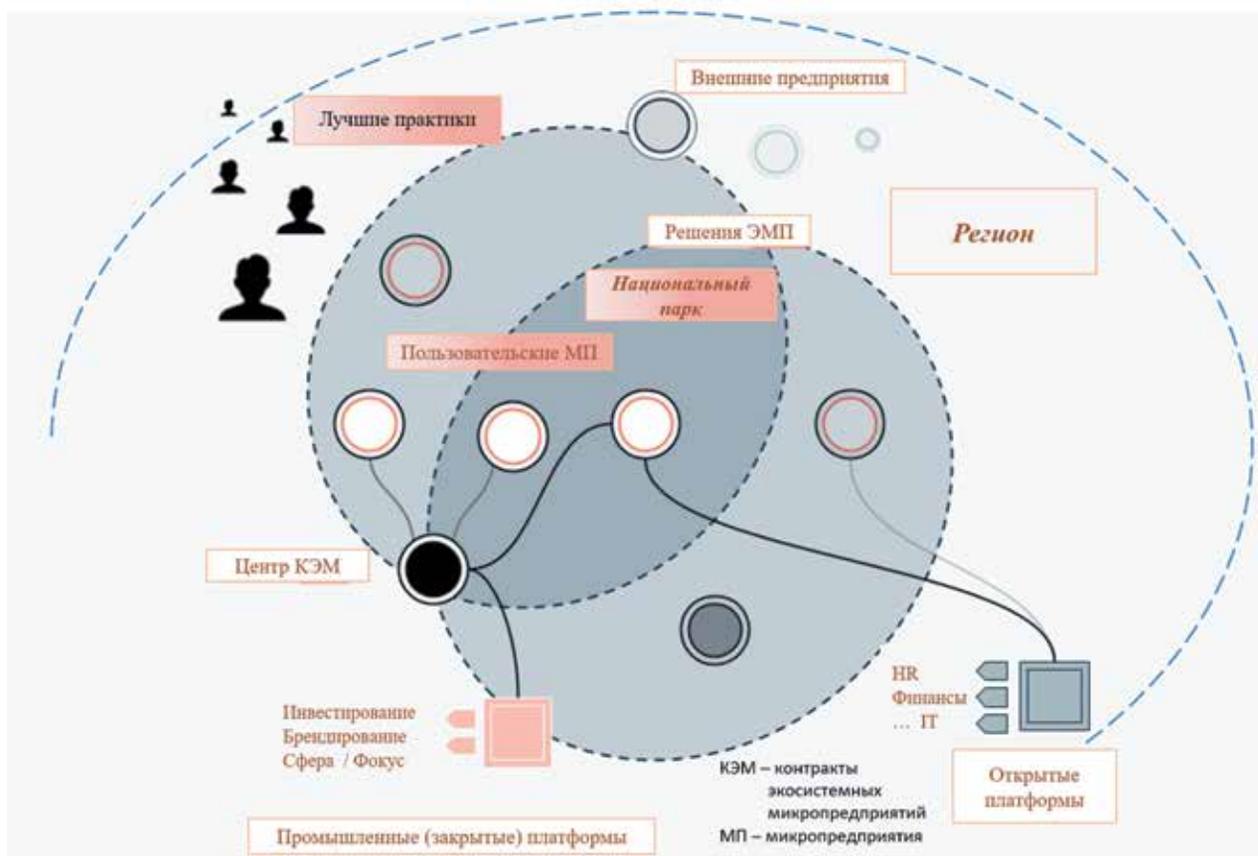


Рис. 5. Прогнозная логико-графическая схема гибридной модели устойчивой экосистемы бизнес-моделей (УЭМБ) «НП – Регион»

Fig. 5. Forecast logical-graphic diagram of the hybrid model of the sustainable ecosystem of business models (SBME) "NP – Region"

Источник / Source: The 3EO Toolkit and Entrepreneurial Ecosystemic Organization Development Services¹⁴ with changes / с изменениями

виям и вызовам рынка, международного, национального, регионального и муниципального законодательства.

Для системного анализ устойчивого развития гибридной УЭБМ НП и региона необходимо выделить причинно-следственные связи и проанализировать ресурсные потоки с учетом граничных рамок УЭБМ (внешние условия) и её адаптивных возможностей (внутренние условия). Вариантом оценки индекса конкурентоспособности (адаптивности) всей УЭБМ (J_k) в целом может служить базовое

соотношение 4-х агрегатных показателей (совокупный объем, объем продаж, совокупные издержки, объем всех продаж):

$$J_k = \frac{\text{совокупный доход}}{\text{совокупные издержки}} \times \frac{\text{объем продаж}}{\text{объем всех продаж}} \quad (1)$$

Индекс конкурентоспособности УЭБМ как агрегатный показатель отражает качественную взаимосвязь доли издержек и доли занимаемого рынка (соотношение Гульдберга-Вааге). Агрегированность этого индекса позволяет одинаково эффективно использовать его как для масштабного, так

и для локального анализа по признаку охвата рынка. Кроме того, индекс конкурентоспособности может применяться и для анализа влияния динамики отдельных затрат на общее состояние адаптированности системы. Таким образом формулу с высокой вероятностью можно применять на всех системных уровнях как для выявления соответствия системы условиям внешней среды, так и для сопоставления адаптированности нескольких систем или для внутреннего анализа эффективности отдельных элементов системы. В таком анализе конкурентоспособности могут быть использованы плавающие исходных данные, выбор которых обуславливается временными характеристиками [9].

Таким образом, прогноз и оценка устойчивого развития, анализа эффективности, роли или места УЭБМ невозможны без учета принципа неравнозначности явлений. Эволюционное развитие бизнес-моделей НП в УЭБМ возможно только в неидеальных энтропийных условиях, поскольку идеально равновесные условия характеризуют стагнацию и отрицательный вклад хозяйственной и иных видов деятельности НП в социально-экономическое развитие Региона.

На начальных этапах формирования ядра УЭБМ проводятся мероприятия направленные на повышение эффективности действующих бизнес-моделей НП и Региона. Ниже приведена бизнес-модель действующих направлений деятельности НП, собранная по методологии Lean Canvas (см. рис. 1б).

1. Сегменты потребителей, ранние потребители:

- ФОИВ, РОИВ;
- регион;
- муниципалитеты, входящие в НП;
- промышленность, заинтересованная в продукции НП, экосистемных

услугах, депонировании CO₂ и прочих климатических проектах;

- население, проживающее на территории НП и за ее пределами;
- общественные организации (экологи, туристы, рыболовы, художники и прочие);
- санаторно-курортные, реабилитационные организации на территории НП и в прилегающих к ней муниципалитетах;
- муниципальные и областные учреждения культуры и спорта.

Ранние потребители:

- население;
- общественные организации (педагоги, экологи, туристы, рыболовы, художники и прочие);
- предприятия малого и среднего бизнеса (поставщики);
- крупный бизнес (потребители).

Характеристика: быстро откликающиеся на проекты.

2. Проблемы и существующие альтернативы

В табл. 2 представлены существующие проблемы и альтернативы, возникающие при формировании ядра УЭБМ. Оценка затрат, доходов, прибыли является конфиденциальной информацией и в статье не рассматривается.

3. Уникальная ценность:

- ненарушенные лесные и водные экосистемы (Нетронутая природа);
- уникальные ландшафты;
- богатое биоразнообразие;
- высокая транспортная доступность для населения, организаций региона, соседних стран;
- сложившая инфраструктура НП;
- более чем 30-летний опыт ведения разрешенных видов деятельности;

Таблица 2. Проблемы и альтернативы формирования ядра устойчивой экосистемы бизнес-моделей (УЭБМ)**Table 2.** Problems and alternatives for the formation of the core of the sustainable ecosystem of business models (SBME)

Проблемы	Альтернативы
Охрана окружающей среды	<ul style="list-style-type: none"> • Разрушение ОС • Устойчивое развитие
Недостаточные доходы	Увеличение доходов
Затраты	Концепция «Бережливая НП»
Недостаточная эффективность	Повышение эффективности
Изъятие земель из хозяйственного оборота	Ведение разрешенных видов деятельности
Не развитая инфраструктура	Развитие инфраструктуры в соответствии с функциональным зонированием НП
Нехватка персонала	<ul style="list-style-type: none"> • Бережливая НП • Обоснованное расширение штата
Недостаток компетенций	Программы обучения сотрудников НП
Недостаточная интеграция в экономику региона	Усиление интеграции и увеличение вклада в экономику региона

- рекреационный и реабилитационный актив для территорий, затронутых СВО;
- выгодное географическое положение.

4. Решение

Актуализация и реализация Стратегии развития НП как активного хозяйственного субъекта, глубоко интегрированного в социально-экономическую систему региона.

Возможные цели и задачи НП как активного хозяйственного субъекта:

1. Развитие линейки туристских, образовательных, просветительских, научно-исследовательских и прочих услуг (например, проведение событийных мероприятий), в том числе на базе профильных «Роуд-шоу» (например, шоу-роуд «Эко-ферма», «Путешествие к чистым источникам энергии», «Экологический

маршрут», «Органическое земледелие», «Природа в движении» и прочие), «Шоу-рум» (например, «Умный дом эколога», «Инновационные экологические решения», «СМАРТ НП») и прочих современных выставочных технологий.

2. Расширение клиентской базы, в том числе за счет стартапов в национальных и международных соцсетях.

3. Выход на новые рынки туристских, образовательных, просветительских, научно-исследовательских и прочих товаров и услуг.

4. Расширение продуктовой линейки бизнесов на территории НП.

5. Расширение совместных с регионом стартапов, микропредприятий с выносом за пределы НП запрещенных видов деятельности.

Глубокая интеграция в социально-экономическую систему региона:

1. Гармонизация стратегий и планов социально-экономического развития региона и муниципалитетов со стратегией развития и планами работы НП.

2. Инициирование совместных инвестиционных проектов развития региона и НП.

3. Участие в федеральных и иных проектах с региональной составляющей.

4. Проведение совместных спортивных, культурных, этнографических и научно-образовательных мероприятий на базе спортивных комплексов, экоцентров, дендрариев в целях повышения вовлеченности НП в реализацию стратегии социально-экономического развития региона.

Повышение ценности и экономической эффективности НП:

1. Разработка и внедрение механизмов экономической самостоятельности.

2. Разработка и поддержание гармоничного ценностного предложения.

3. Внедрение механизмов мониторинга и контроля качества оказываемых услуг.

4. Внедрение систем менеджмента качества в НП.

5. Внедрение концепции «Бережливая НП».

5. Каналы

Каналы информирования:

- СМИ;
- интернет (сайты, социальные сети);
- вирусный маркетинг;
- мобильная связь;
- внешняя и внутренняя реклама;
- отчетность по устойчивому развитию и ESG;
- специализированные печатные и электронные издания;

- контекстная реклама;
- веб-камеры;
- беспилотники с веб-камерами.

Каналы продвижения услуг:

- оказания услуг на территории НП;
- выездные услуги научных сотрудников и гидов парков;
- цифровые услуги выбор маршрута, заказ размещения и другие.

Каналы продвижения продуктов:

- реализация сувениров, дикоросов, органических продуктов на месте;
- доставка сувениров, дикоросов, органических продуктов современными почтовыми сервисами;
- сбыт через областные, национальные торговые сети;
- сбыт через оптовиков и дистрибьютеров;
- сбыт через маркетплейсы.

6. Потоки прибыли:

- прибыль от реализации продуктов НП;
- рекламные доходы;
- прибыль от оказываемых НП услуг на месте и за пределами НП;
- доходы от предоставления услуг размещения (глэмпинги, туристические стоянки, хостлы, гостиницы, кемпинги, избинги);
- прибыль от услуг общественного питания.

7. Структура издержек:

- капитальные затраты (выполнение проектов развития);
- операционные затраты (поддержание текущей деятельности);
- прямые производственные затраты;
- налоги на землю, здания и сооружения;
- ФОТ;
- ЕСР;
- другие налоги и сборы;

- маркетинг;
- реклама;
- накладные расходы;
- издержки на транспорт, техническое обслуживание и ремонт;
- арендные и лизинговые платежи;
- оплата коммунальных услуг;
- оплата страховых взносов.

8. Ключевые метрики:

- реестр продуктов и услуг;
- расценки продуктов и услуг;
- объемы выпуска;
- оценка доходов;
- оценка затрат;
- оценка эффективности;
- качество;
- безопасность.

9. Скрытое преимущество:

- интеграция с регионом и муниципалитетами;
- повышение ценности заповедных зон;
- рост спроса на внутренний туризм.

Из ключевых преимуществ УЭБМ «НП – Регион» способствующих ее устойчивости и эффективности, можно выделить:

1. Вовлечение заинтересованных сторон. УЭБМ «НП – Регион» основана на принципах открытости и вовлечения всех заинтересованных сторон в процесс разработки и реализации проектов. Заинтересованными сторонами являются представители местного населения, волонтеры, предприниматели, федеральные и региональные органы исполнительной власти и другие заинтересованные участники хозяйственной и иной деятельности. Вовлечение всех заинтересованных сторон в управление УЭБМ «НП – Регион» помогает обеспечивать сотрудничество и поддержку в целях социально-экономического развития Региона.

2. Кластерный подход. В основе развития УЭБМ «НП – Регион» — кластерный подход, позволяющий объединять различные предприятия и организации вмещающего региона для системного, аддитивного совместного развития в интересах всех заинтересованных сторон. Такой подход к организации бизнеса позволяет снизить издержки, повысить конкурентоспособность и создать синергию между участниками кластера.

3. Инновации и технологии. В УЭБМ «НП – Регион» сделан акцент на инновациях и использовании современных технологий для расширения рекреационных возможностей НП, сохранения биоразнообразия, развития высокотехнологичных (ВБТ) стартапов в регионе, повышения эффективности управления. Такой подход позволяет создавать новые «зеленые» продукты и услуги, как в НП, так и в Регионе, повышать эффективность бизнес-процессов и улучшать качество предлагаемых решений. Инновации и технологии будут способствовать привлечению туристов, развитию МСП и повышению конкурентоспособности Региона. Участие НП в инновационной деятельности Региона с целью продвижения НП как устойчивого и бережливого, развитие «продуктовой» линейки природоохранной и социокультурной деятельности НП, преодоления технологической сегрегации населения.

4. Устойчивое развитие. В основу ценностных предложений УЭБМ «НП – Регион» заложены цели и задачи устойчивого развития (ЦУР № 4, 7, 9, 11, 12, 13, 15, 17) исполнение которых вносит вклад во взятые Российской Федерацией обязательства и способствует устойчивому социально-экономическому развитию Ре-

гиона¹⁵. Исполнение задач и достижение показателей ЦУР включает бережное отношение к природным ресурсам, охрану окружающей среды, сохранение биологического разнообразия, инвестиции в создание устойчивых сельских поселений, учет интересов местного населения, социальное развитие Региона и прочее. Мероприятия по достижению показателей ЦУР способствуют сохранению уникальных экосистем НП, улучшению качества жизни местных жителей и долгосрочной устойчивости Региона.

5. Маркетинг и продвижение. В УЭБМ «НП – Регион» как самостоятельный бизнес (МСП) включены маркетинг и продвижение продуктов и услуг НП, чтобы привлечь туристов и инвестиции в регион. Эти МСП могут разрабатывать маркетинговые стратегии, продвижение уникальных преимуществ Региона, участвовать, выступать инициаторами и организаторами международных выставок, форумов, конференций, создавать контент и использовать современные интернет-рекламы и социальных сетей. Маркетинг и продвижение помогают повысить видимость региона, привлечь больше туристов и стимулировать его экономический рост и социальную устойчивость.

Якорными объектами показа, туристскими продуктами могут выступать как исторически сформировавшиеся на территории Региона и НП, так и вновь создаваемые на основе современных, в том числе высокотехнологичных in doors (виртуальных, интерактивных и прочих) и out doors (спортивных, рекреационных, познавательных, реабилитационных и прочих) активностей. [10, 11, 12].

¹⁵ Цели в области устойчивого развития. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (дата обращения: 03.07.2024).

В ядро УЭБМ «НП – Регион» могут входить МСП на основе следующих направлений деятельности и мероприятий.

1. Развитие новых видов и форм экологического, аграрного и устойчивого туризма:

- создание и развитие «зеленой» инфраструктуры для туристов, включая гостиничные комплексы, кемпинги, туристические тропы и маршруты;
- проведение экскурсий и туров для посетителей и местного населения, в том числе с участием опытных гидов и экологов из числа волонтеров;
- предоставление возможностей и обеспечение комплексной безопасности для экстремальных видов отдыха, таких как велоспорт, верховая езда, каякинг, сплавы, водные прогулки на лодках, малых судах, под парусом, активности по спуску с гор, прогулки на ледовых буерах и пр.

2. Продукция и услуги НП, связанные с местными ресурсами:

- организация рыбалки и охоты для посетителей НП с возможностью аренды необходимого оборудования и услуг профессиональных гидов, в том числе волонтеров;
- развитие местного производства и продажи сувениров, таких как ручная вышивка, изделия из дерева и другие продукты региональных художественных и иных промыслов;
- создание экологических ферм, в том числе высокотехнологичных с предоставлением посетителям возможности участвовать в сборе и обработке местных продуктов (например, ягод, грибов), а также приготовления их на местных предприятиях, в том числе по старинным рецептам.

3. Развитие экологического образования, просвещения и научных исследований:

– организация летних и зимних школ по экологии и природоведению для школьников, студентов, в том числе в ходе подготовки к областным, национальным и международным предметным олимпиадам и конкурсам;

– проведение научно-исследовательских проектов и программ, направленных на изучение местной флоры и фауны, а также вопросов природоохранной деятельности, органического земледелия, применения информационно-телекоммуникационных технологий в сельском хозяйстве и других направлениях деятельности НП;

– установка информационных стендов, выставок, роуд-шоу и шоу-рум, в том числе интерактивных, с информацией о природных особенностях парка, а также проведение лекций и семинаров.

4. Партнерство и сотрудничество:

– установление партнерских отношений с муниципальными и областными органами власти с целью совместного развития умной, устойчивой, бережливой инфраструктуры НП и туристических маршрутов;

– привлечение инвестиций от частных и государственных организаций для развития НП и проведения мероприятий (сезонные и праздничные фестивали, ярмарки, форумы и прочие культурные, спортивные, научно-просветительские мероприятия), организации постоянно действующих «зеленых» высокотехнологичных шоу-роуд и шоу-рум продвигающих природоохранные, ресурсо- и энергосберегающие технологии, продукты и услуги НП, организаций Региона, Российской Федерации и зарубежных партнеров;

– сотрудничество с международными организациями и фондами в области охраны природы и устойчивого развития (грантовая поддержка проектов).

Заключение

В результате применения рассмотренных подходов к бизнес-планированию проекта в системе «НП-Регион развития» разработан следующий перечень мероприятий по увеличению инвестиционной привлекательности НП:

1. Развитие устойчивого промышленного, агро-, экотуризма. Создание разнообразных туристских маршрутов, образовательных и научно-исследовательских программ с участием местных и известным приглашенных ученых, гидов, экспертов, волонтеров, краеведов. Это позволит привлечь туристов и посетителей, заинтересованных в изучении экосистем и биоразнообразия НП, современных природоохранных технологий, устойчивой инфраструктуры, источников для прорывных ВБТ и повысит доход фермеров и сельских жителей.

2. Развитие «зеленых» мест размещения. Проектирование и строительство «зеленой» инфраструктуры НП: отелей, хостелов и кемпингов в разрешенных для этого функциональных зонах НП. Развитие инфраструктуры парка потребует создания дополнительных рабочих мест и удовлетворит спрос на «зеленые» места размещения среди туристов, предпочитающих энерго- и ресурсосберегающую инфраструктуру гостеприимства и стремящихся снизить углеродный след своей жизнедеятельности.

3. Развитие местных ремесленных и художественных промыслов. Создание специализированных магазинов, рынков, площадок на маркетплейсах

для реализации местными жителями уникальных ремесленных продуктов и художественных сувениров, отражающих уникальность и ценность местной истории, культуры и природы. Создание огромного количества таких микропредприятий будет способствовать социально-экономическому развитию муниципалитетов, области и сохранению традиций устойчивого ведения хозяйственной и иных видов деятельности.

4. Развитие образования, просвещения и научных исследований. Поддержка и развитие научных исследований на территории НП, привлечение студентов и ученых для участия в проектах по изучению биоразнообразия, экосистем НП, в том числе как основы для развития ВБТ на местных предприятиях фармацевтической, пищевой и прочих отраслей промышленности и АПК. Участие и разработка программ по переподготовке специалистов в рамках нацпроекта «Демография». Это не только способствует научному развитию области, но и повышает привлекательность НП для посещения туристами, учеными, технологами, учителями, преподавателями и другими категориями населения.

5. Развитие санаторно-курортного, реабилитационного лечения для участников СВО и членов их семей. Создание дополнительной «зеленой» инфраструктуры на действующих объектах санаторно-курортного, реабилитационного лечения для увеличения потока с сохранением бальнеологических возможностей территории. Это будет способствовать увеличению числа участников других, в том числе инновационных программ НП.

Все эти мероприятия успешно совместимы с основными целями НП, такими как сохранение биоразнообразия и культурных ценностей региона. Бизнес-модели предложены для эффективного вклада НП в социально-экономическое развитие области, с учетом природно-ресурсного и рекреационного потенциала парка, интересов местного населения, участников внутреннего и внешнего туризма.

Рассмотренная УЭБМ развития национального парка не ограничена рамками уникального исследования для одного региона. Сверхзадачей данной разработки было создание прототипа для использования в национальных парках других регионов для их устойчивого социально-экономического развития.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declares no relevant conflict of interests.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Стишов, М. С., Дадли Н. Охраняемые природные территории Российской Федерации и их категории. Москва: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2018. 248 с. ISBN 978-5-6041734-7-3. EDN SPYBRF.
Stishov M. S., Dadly N. Protected natural areas of the Russian Federation and their categories. Moscow: World Wildlife Fund (WWF), 2018. 248 с. ISBN 978-5-6041734-7-3.
2. Кулапов М.Н., Переверзева Е. И., Кириллова О. Ю. Бизнес-экосистемы: определения, типологии, практики развития. *Вопросы инновационной экономики*. 2022;12(3):1597–1612. <https://doi.org/10.18334/vinec.12.3.115234>

- Kulapov M. N., Pereverzeva E. I., Kirillova O. Yu. Business ecosystems: definitions, typologies, development practices. *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki*. 2022;12(3):1597–1612. (In Russ.). <https://doi.org/10.18334/vinec.12.3.115234>
3. Ильичева Л. Е., Лапин А. В. Анализ моделей экосистем в ракурсе социальной деполаризации в обществе. *Власть*. 2022;30(1):157–171. <https://doi.org/10.31171/vlast.v30i1.8801>
Ilicheva L. E., Lapin A. V. Analysis of ecosystems models in the venue of social depolarization in society. *Vlast' (The Authority)*. 2022;30(1):157–171. (In Russ.). <https://doi.org/10.31171/vlast.v30i1.8801>
 4. Шашло Н. В., Ершова Т. В. Бизнес-модели эколого-ориентированного развития производственно-предпринимательских структур региона. *Фундаментальные исследования*. 2022;(8):147–152. EDN WLSYUO. <https://doi.org/10.17513/fr.43318>
Shashlo N. V., Ershova T. V. Business models of environmentally oriented development of industrial and business structures of the region. *Fundamental Research*. 2022;(8):147–152. (In Russ.). <https://doi.org/10.17513/fr.43318>
 5. Некрасова М.А., Палагин В. С. Экосистема бизнес-моделей национальных парков: национальный и международный контексты. *Информация и инновации*. 2023;18(2):22–32. <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2023-18-2-22-32>
Nekrasova M. A., Palagin V. S. Ecosystem of national parks business models: national and international contexts. *Information and Innovations*. 2023;18(2):22–32. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2023-18-2-22-32>
 6. Шевчук А.В., Некрасова М. А. Правовое и методическое обеспечение формирования стратегии экологического туризма. *Черные дыры в Российской законодательстве*. 2020;(4):73–78. EDN HGRRSE
Shevchuk A. V., Nekrasova M. A. Legal and methodological support for forming an environmental tourism strategy. *Black holes in Russian legislation*. 2020;(4):73–78. (In Russ.).
 7. Медведева О. Е., Артеменков А. И. Теоретические основы экономических измерений стоимости в условиях глобальных технологических сдвигов и кризисов. Новейшая Методологическая База (часть 2). *Вестник университета*. 2020;(1):114–120. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2020-1-114-120>
Medvedeva O. E., Artemenkov A. I. Theoretical bases of economic measurement of value in the conditions of global technological shifts and crises. Newest methodological base (part 2). *Vestnik Universiteta*. 2020;(1):114–120. (In Russ.). <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2020-1-114-120>
 8. Максанова Л. Б.-Ж., Шаралдаева В. Д., Будаева Д. Г. и др. Национальные парки и государственно-частное партнерство: проблемы и перспективы развития: монография. Улан-Удэ: Издательство Бурятского госуниверситета, 2022. 226 с. ISBN 978-5-9793-1787-8. <https://doi.org/10.18101/978-5-9793-1787-8-2022-1-226>
Maksanova L. B.-Zh., Sharaldaeva V. D., Budaeva D. G. and etc. National parks and public-private partnership: problems and development prospects: monograph. Ulan-Ude: Buryat State University Publishing Department, 2022. 226 p. ISBN 978-5-9793-1787-8. <https://doi.org/10.18101/978-5-9793-1787-8-2022-1-226>

9. Калужский М. Л. Основы системного анализа социально-экономических процессов / Проблемы развития Омского Прииртышья в переходный период. Омск: Омский ф-л ВЗФЭИ, 1999. С. 225–239. ISBN 5-87367-100-1. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4758.9608>
Kaluzhsky M. L. Methodological basis of a systems analysis of the socio-economic processes / Problems of development of the Omsk Irtysh region in the transition period. Omsk: Omsk branch of VZFEI, 1999. P. 225–239. ISBN 5-87367-100-1.
10. Лучшие практики экологического туризма в Российской Федерации; под ред. д.э.н. Максановой Л. Б.- Ж. Москва: Изд-во Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова, 2018. 168 с. ISBN 978-5-7307-1435-9
Best practices of ecotourism in the Russian Federation; ed. by Dr. of Economics Maksanova L. B.-Zh. Moscow: Publishing house of the Plekhanov Russian University of Economics, 2018. 168 p. ISBN 978-5-7307-1435-9
11. Фролов Д. П., Луговая О. А. Эталонная маркетинговая стратегия региона: синтез лучших мировых практик. *Региональная экономика: теория и практика*. 2016;(1):18–32.
Frolov D. P., Lugovaya O. A. The reference marketing strategy in the region: a synthesis of the best world practices. *Regional Economics: Theory and Practice*. 2016;(1):18–32. (In Russ.).
12. Bryony Slaymaker. Visitor behaviour and best practice visitor services in European protected areas. Alfred Toepfer Natural Heritage Scholarship, 2016. 41 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Марина Александровна Некрасова, к.г.-м.н., член-корреспондент Российской экологической академии, доцент, Председатель научной секции «Инженерная и промышленная экология», Москва, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0003-2545-0182>; e-mail: mnekrasova08@mail.ru

Владимир Сергеевич Палагин, к.в.н., доцент, ведущий консультант, Группа компаний «ПМСОФТ», Москва, Российская Федерация; e-mail: wpalagin@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Marina A. Nekrasova, Cand.Sci. (Geol. and Mineral.), Corresponding Member of the Russian Ecological Academy, Associate Professor, Chairman of the Scientific Section "Engineering and Industrial Ecology", Moscow, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0003-2545-0182>; e-mail: mnekrasova08@mail.ru

Vladimir S. Palagin, Cand.Sci. (Mil.), Associate Professor, Leading Consultant PMSOFT Group of Companies, Moscow, Russian Federation; e-mail: wpalagin@mail.ru

Поступила в редакцию / Received 16.08.2024



Экономика и инновации / Economy and innovations

Оригинальная статья / Original article

УДК 004.021

<https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-60-74>

О проектировании системы планового обучения в существующей корпоративной инфраструктуре

Д. Т. Геденидзе¹ ✉, А. В. Сеницын²

¹ЗАО «КРОК Инкорпорейтед», г. Москва, Российская Федерация

²Международный центр по информатике и электронике, г. Москва, Российская Федерация

✉ davidigital@gmail.com

Аннотация. *Цель.* Рассмотрение подходов к проектированию системы планового корпоративного обучения сотрудников системного интегратора в существующей корпоративной инфраструктуре.

Методы. Рассмотрены внутренние процессы компании, связанные с обучением сотрудников; предложены подходы к проектированию системы планового корпоративного обучения сотрудников в существующей технологической инфраструктуре подразделения.

Результаты. Обоснована необходимость разработки собственной системы для планового корпоративного обучения сотрудников системного интегратора, сформированы функциональные требования, спроектирована архитектура программного комплекса, спроектировано межсистемное взаимодействие, предложены алгоритмы расчета пользовательских рекомендаций.

Выводы. Несмотря на наличие решений для корпоративного обучения на рынке, разработка собственной системы все еще является оптимальным решением для крупной компании, которое позволит удовлетворить все потребности сотрудников и менеджеров в управлении корпоративным обучением, а также наиболее оптимально встроить систему в сложившуюся за долгие годы технологическую инфраструктуру компании без привлечения сторонних специалистов.

Ключевые слова: корпоративная инфраструктура, корпоративное обучение, межсистемное взаимодействие, плановое обучение сотрудников, проектирование архитектуры, рекомендательная система

Финансирование: Финансирование отсутствовало.

Для цитирования: Геденидзе Д. Т., Сеницын А. В. О проектировании системы планового обучения в существующей корпоративной инфраструктуре. *Информация и инновации.* 2024;19(2):60-74. <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-60-74>

© Геденидзе Д. Т., Сеницын А. В., 2024



About designing a planned education system in an existing corporate infrastructure

D. T. Gedenidze¹✉, A. V. Sinitsyn²

¹*CJSC «Croc Incorporated», 111033, Moscow, st. Volochaevskaya, 5k1, Russia,*

²*International Center of Informatics and Electronics, 123557, Moscow, Presnensky Val, 19, Russia,*

✉ davidigital@gmail.com

Abstract. *Purpose.* Maintaining approaches to designing a system for planned training of system integrator employees in relation to corporate infrastructure.

Methods. The company's internal processes related to employee training are considered, approaches to designing a system of planned corporate training for employees in the field of the department's technological infrastructure are proposed.

Results. The need to develop our own system for planned corporate training of system integrator employees was substantiated, functional requirements were formed, the architecture of the software complex was designed, intersystem interaction was designed, algorithms for calculating user recommendations were proposed.

Conclusions. Despite the availability of solutions for corporate training on the market, developing your own system is still the optimal solution for a large company, allowing you to satisfy all the needs of employees and managers in managing corporate training, as well as the most optimal way to integrate the system into the existing over many years, the company's technological infrastructure, while avoiding the involvement of third-party specialists.

Keywords: corporate training, planned employee training, corporate infrastructure, intersystem interaction, architecture design, recommender system

Funding. No funding.

For citation: Gedenidze D. T. Sinitsyn A. V. About designing a planned education system in an existing corporate infrastructure. *Information and Innovations*. 2024;19(2):60-74. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-60-74>

Введение

В современном мире сложно представить крупную ИТ-компанию без наличия корпоративного обучения. Для поддержания экспертизы сотрудников компании на высоком уровне необходимо постоянное изучение актуального материала по современным технологиям и подходам для решения рабочих задач.

Главной проблемой в данном случае является множество процессов, которые необходимо пройти сотруднику для заказа обучения [1]. Для упрощения жизни сотрудников крупной ИТ-компания следует стандартизировать процесс планового обучения, создав единую точку доступа к просмотру и заказу обучения. Лучшим

решением этой проблемы является разработка собственной системы для планового корпоративного обучения сотрудников системного интегратора.

Целью статьи является изучение подходов к проектированию системы планового корпоративного обучения сотрудников системного интегратора в существующей корпоративной инфраструктуре.

1 Иерархия предприятия

В данном случае будет рассмотрена компания-системный интегратор. На рис. 1 изображена иерархия компании.

По рисунку иерархии можно увидеть, что во главе компании стоит генеральный директор, которому подчиняются директор по маркетингу, HR-директор, финансовый директор, директор по работе с клиентами,

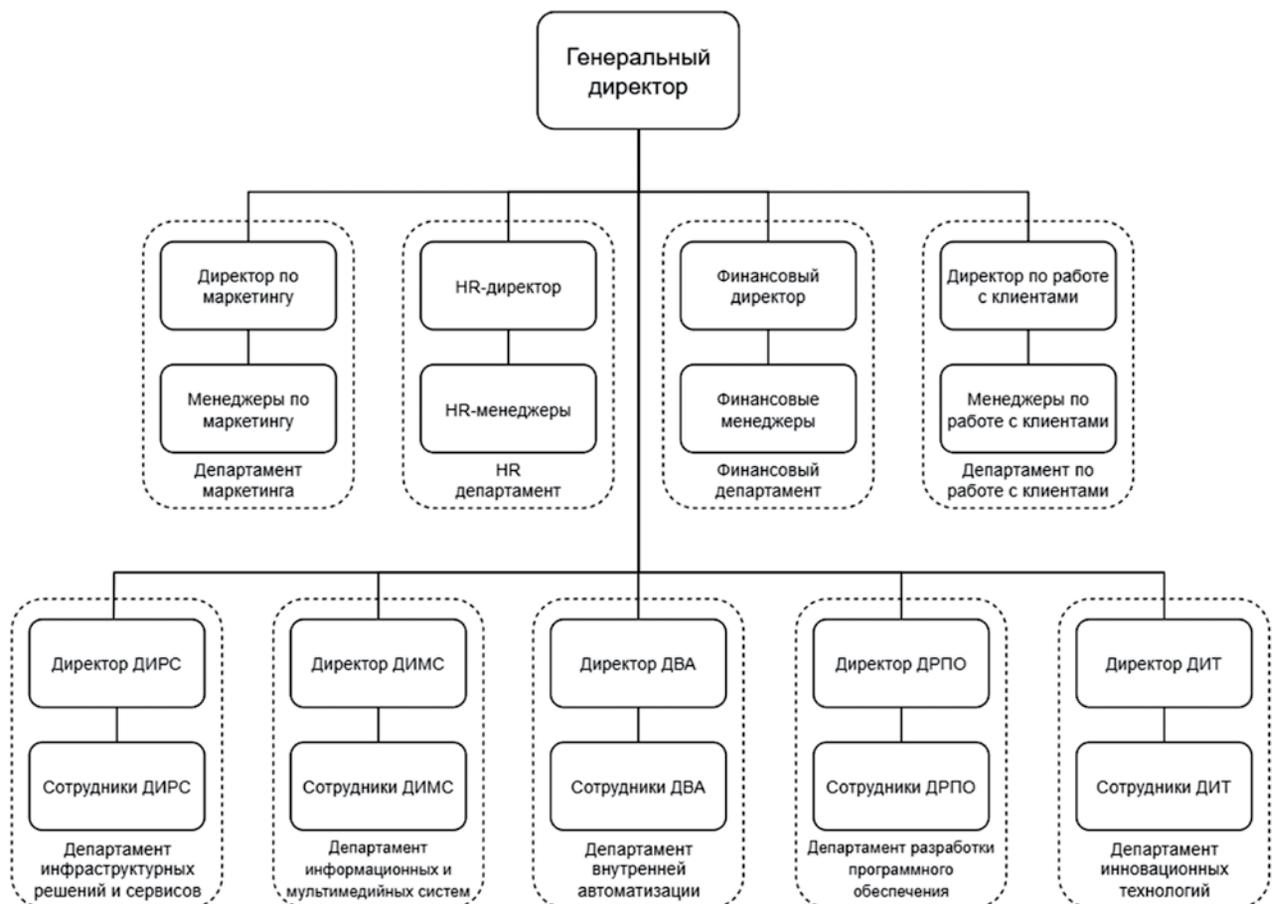


Рис. 1. Иерархия предприятия
Fig. 1. Company hierarchy

нансовый директор, директор по работе с клиентами, а также директора технических департаментов, в частности департамента инфраструктурных решений и сервисов, департамента информационных и мультимедийных систем, департамента внутренней автоматизации, департамента разработки программного обеспечения и департамента инновационных технологий.

Процесс корпоративного обучения — один из ключевых процессов компании, затрагивающий наибольшее количество директоров департаментов и подчиненных им сотрудников, оптимизация которого является одной из самых приоритетных задач как для развития внутренних процессов компании, так и для бизнеса в целом¹.

¹ Системы обучения персонала [Электронный ресурс].

URL: <https://www.ispring.ru/elearning-insights/kak-obuchayut-i-otsenivayut-personal-v-sovremennykh-organizatsiyakh> (дата обращения: 14.05.2024).

2 Процесс заказа планового обучения сотрудников

Полный порядок этапов процесса заказа планового обучения изображен на рис. 2.

Весь процесс планового обучения сотрудников состоит из следующих шагов²:

- 1) формирование бюджета на обучение сотрудников по департаментам;
- 2) распределение бюджета на обучение по ресурсным группам;
- 3) обсуждение полугодового плана развития сотрудника на мониторинге;
- 4) добавление необходимого обучения в индивидуальный план;
- 5) согласование плана обучения сотрудника;
- 6) закупка заказанного обучения;
- 7) предоставление доступа к обучению сотруднику.

² Ресурсы менеджмента [Электронный ресурс].

URL: https://studwood.ru/773739/menedzhment/resursy_menedzhmenta (дата обращения: 14.05.2024).

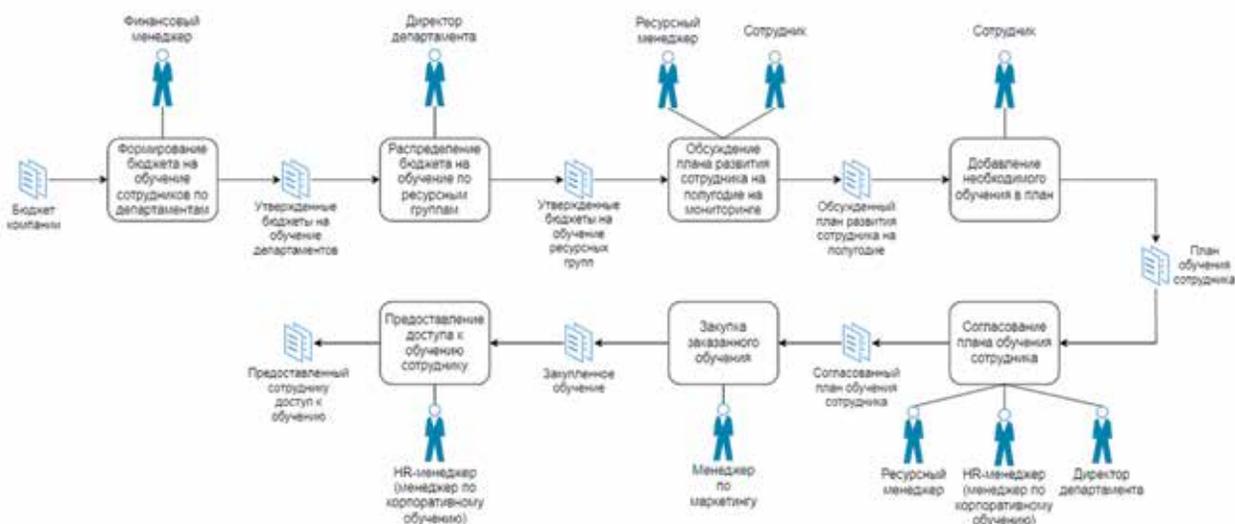


Рис. 2. Процесс планового обучения сотрудников

Fig. 2. Process of planned employee training

Источник / Source: [2]

После рассмотрения этапов процесса можно сделать вывод о том, что процесс заказа планового обучения содержит множество подпроцессов и требует участия большого количества сотрудников, чем подтверждается важность его оптимизации.

3 Формирование функциональных требований

Принимая во внимание функции других системы для управления корпоративным обучением, таких как Moodle [3], а также учитывая потребности менеджеров корпоративного университета, можно выделить следующий функционал, наличие которого является обязательным в проектируемой системе:

Функционал страницы «Каталог учебных»:

- поиск и фильтрация по каталогу;
- создание и редактирование обучения, с отличающимся интерфейсом для пользователя и администратора;
- возможность просмотра архивных курсов для администратора;
- полноценный редактор со стилями для создания описания программ;
- просмотр страницы обучения;
- создание и оценка комментариев;
- создание комментариев администратора.

Функционал страницы «Программы обучения»:

- поиск и фильтрация по списку программ;
- возможность создания программ;
- возможность редактирования состава обучений, входящих в программы.

Функционал блока «Сертификаты»:

- поиск и фильтрация по списку сертификатов;

- добавление и редактирование сертификатов;
- возможность просмотра списка пользователей, владеющих тем или иным сертификатом.

Функционал страницы «Личный кабинет»:

- просмотр списка планов обучения за предыдущее и текущее полугодие;
- просмотр списка пройденных обучений;
- просмотр и добавление сертификатов.

Функционал страницы «Согласование планов»:

- поиск и фильтрация по списку ресурсных групп;
- просмотр бюджетов на обучение отдельных ресурсных групп по полугодиям.
- согласование планов.

Функционал блока «Рекомендации»:

- просмотр списка персональных рекомендаций;
- просмотр списка популярных обучений.

Функционал страницы «Администрирование» [4]:

- выгрузка сводного отчёта по пройденным обучением;
- выгрузка отчёта по сертификатам сотрудников;
- выгрузка отчёта по оставленным пользователями комментариям;
- возможность выгрузки любого отчёта в формате Excel.

4 Выбор архитектуры

При выборе архитектуры решения внутри крупной компании с налаженной инфраструктурой стоит следовать

устоявшимся за много лет подходам для значительного сокращения затрат. При рассмотрении сервисной структуры департамента в целом можно сделать вывод о применении сервис-ориентированного подхода³.

Так как аудиторией разрабатываемой системы являются все сотрудники компании, система должна быть отказоустойчивой и масштабируемой, что может быть достигнуто с использованием микросервисной архитектуры [5]. Кроме того, разрабатываемая система должна взаимодействовать со сторонними сервиса-

³ SOA (Service Oriented Architecture) [Электронный ресурс].

URL: <https://www.ibm.com/cloud/learn/soa#toc-what-is-so-pGpP4Puh> (дата обращения: 20.05.2024).

ми, некоторые из которых агрегированы с помощью сервисной шины, в результате чего можно сделать вывод о целесообразности использования комбинированной архитектуры, совмещающей микросервисный и сервис-ориентированный подходы [6].

5 Межсистемное взаимодействие

На примере компании-системного интегратора инфраструктура может иметь следующую логику межсистемного взаимодействия (рис. 3):

Пунктирным контуром обозначены границы программного комплекса.

Серверная часть связана с такими службами компании, как:

1) K2, являющаяся основной системой управления бизнес процессами ком-

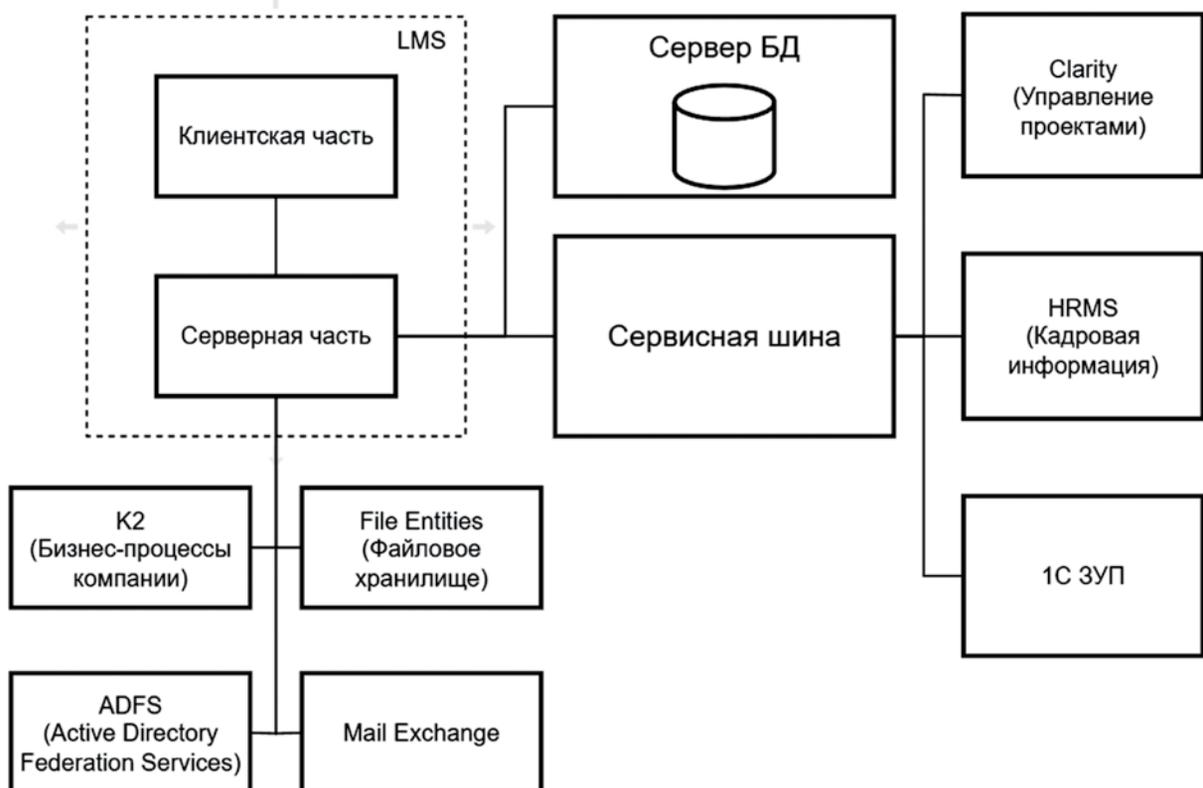


Рис. 3. Межсистемное взаимодействие

Fig. 3. Intersystem communication

Источник / Source: [7]

пании, с помощью которой происходит процесс заказа обучения.

2) File Entities (Межсистемное файловое хранилище), предоставляющее доступ к фотографиям и сертификатам сотрудников.

3) ADFS (Active Directory Federation Services), предоставляющий возможность применения подхода SSO к аутентификации пользователей, заключающегося в подключении единого второго фактора для всех корпоративных сервисов и возможности централизованной настройки политик безопасности.

4) Mail Exchange, mail marshal сервис для отправки писем.

5) Сервисная шина, основной задачей которой является получение данных, их агрегирование и маршрутизация сообщений потребителям из систем источников. Также не менее важной задачей является обертка интерфейсов систем, планирующих к выводу из эксплуатации и переходу на новые системы. Такой подход позволяет бесшовно заменять систему-источник без внесения изменений в логику на стороне потребителя. На данный момент через шину происходит маршрутизация сообщений из следующих систем компании:

- HRMS, в которой хранится вся основная информация о сотрудниках.
- Clarity, основными функциями которой являются планирование работ по проекту, формирование проектной команды, утверждение списаний проектного времени, контроль за загрузкой сотрудников.
- 1С ЗУП (Зарплата и Управление Персоналом), основной функцией которой является хранение адресов, документов, телефонов, а также финансовой информации сотрудников.

6 Архитектура решения

После выбора архитектуры и рассмотрения межсистемного взаимодействия, а также определения источников данных, необходимых для работы системы, можно определить список сервисов для покрытия всего необходимого функционала [8].

Для покрытия функционала следует выделить следующие сервисы серверной части:

1) Сервис API, являющийся сервисом с основным API системы.

2) Сервис аутентификации, осуществляющий аутентификацию пользователя в ADFS при отсутствии у него токена [9].

3) Сервис контента, обеспечивающий дополнительную проверку прав на запрашиваемый пользователем контент и предоставление контента из файлового хранилища.

4) Сервис заказа обучения, формирующий запросы к системе управления бизнес-процессами K2 для регистрации заказа обучения.

5) Сервис зачислений, отправляющий письма о зачислении пользователю при записи на внутреннее обучение.

6) Сервис планирования обучения, проверяющий по расписанию запланированные к открытию/закрытию планы ресурсных групп и выполняющий соответствующие действия над ними.

7) Сервис сертификатов, проверяющий по расписанию список сертификатов пользователей и отправляющий нотификации об их истечении, а также отправляющий запросы на начисление корпоративной валюты в системе геймификации при загрузке сертификата сотрудником.

8) Сервис Active Directory, выполняющий по расписанию синхронизацию пользователей и групп из AD и актуализирующий данные в базе данных.

9) Сервис пересчета прав, пересчитывающий по расписанию права всех пользователей на контент с учетом иерархии их ресурсной группы и записывающий актуальные права в базу.

10) Сервис рекомендаций, рассчитывающий по расписанию коэффициенты заинтересованности пользователей в контенте на основании весовых коэффициентов и формирующий для каждого пользователя список рекомендаций.

11) Сервис очистки файлового хранилища, проверяющий по расписанию наличие ссылок на контент в базе и удаляющий контент при их отсутствии.

12) Сервис очереди сообщений, формирующий очередь сообщений и порционно передающий контент писем в сервис отправки [10].

13) Сервис отправки сообщений, отправляющий письма в почтовый обменник компании.

7 Проектирование сервиса рекомендаций

С учетом функциональных требований, определенных ранее, пользователь должен иметь возможность просмотра как персональных рекомендаций, подобранных с учетом интересов пользователя, так и трендовых рекомендаций, подборка которых зависит от их популярности среди всех сотрудников компании⁴.

$$\text{idf}(t, D_i) = 1 + \log\left(\frac{N_{D_i}}{1 + n_t}\right) = 1 + \log\left(\frac{\text{число интересующих курсов}}{1 + \text{число интересующих курсов со словом}}\right) \quad (3)$$

⁴ Рекомендательные системы в онлайн образовании [Электронный ресурс].

URL: <https://habr.com/ru/companies/stepic/articles/307670/> (дата обращения: 23.05.2024).

7.1 Персональные рекомендации пользователя

Для расчета рекомендаций будет использован классический алгоритм TF-IDF.

TF-IDF (где TF — term frequency и IDF — inverse document frequency) — статистическая мера для оценки важности слова в документе, являющимся частью коллекции документов. Вес некоторого слова пропорционален количеству употребления этого слова в документе, и обратно пропорционален частоте употребления слова в других документах коллекции.

Метод формирования векторов — функция частотности терминов, обратная частотности целевых документов или TF-IDF (1):

$$\text{tf-idf}(t, d, D_i) = \text{tf}(t, d) \times \text{idf}(t, D) \quad (1)$$

TF — отношение количества вхождений слова к общему количеству ключевых слов конкретного курса (2):

$$\text{tf}(t, d) = \frac{n_t}{\sum_k n_k} = \frac{\text{число вхождений слова}}{\text{число ключевых слов курса}} \quad (2)$$

IDF — инверсия частоты употребления слова в курсах, отражающая важность термина (3)

В данном случае будет использована сглаженная версия формулы для установки нижней границы коэффициента равной 1. Примем 10 как значение основания логарифма.

Далее, для расчета схожести курсов, необходимо найти косинус угла между векторами (4):

$$\cos(\theta) = \frac{\mathbf{A} \times \mathbf{B}}{\|\mathbf{A}\| \times \|\mathbf{B}\|} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \times B_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (A_i)^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^n (B_i)^2}} \quad (4)$$

Таким образом, чем ближе вычисленное значение косинусного сходства к единице, тем курс является более релевантным для рекомендации.

Рассмотрим в качестве примера следующий список курсов (приведены списки ключевых слов каждого из курсов, включающих теги и тематику):

- 1) Linux инженер (Linux);
- 2) Основы DevOps (DevOps, Linux);
- 3) Основы Kubernetes (DevOps);
- 4) Kubernetes (DevOps, Kubernetes, Linux);
- 5) Администратор Linux (Linux);
- 6) Администратор Kubernetes (Kubernetes, DevOps, Linux);
- 7) Язык Golang для инженеров (Golang, Linux);
- 8) Golang Основы (Golang).

Для начала необходимо выделить курсы, к которым пользователь проявлял интерес. Логика определения заключается в отслеживании переходов на страницу курсов. В качестве примера выделим следующие курсы, как интересующие пользователя (в табл. 1 выделены цветом):

- 1) Основы Kubernetes (DevOps);
- 2) Kubernetes (DevOps, Kubernetes, Linux);
- 3) Администратор Linux (Linux).

По формулам (1) и (2) вычислим значения TF и IDF коэффициентов для ключевых слов каждого из курсов, далее по формуле (3) вычислим коэффициенты TF-

IDF, результаты вычислений приведены в табл. 1.

Далее необходимо вычислить вектор интереса пользователя, представляющий среднее арифметическое коэффициентов TF-IDF интересующих курсов. Результат приведен в табл. 2.

Вычислим косинусную схожесть по формуле (4), результат приведен в табл. 3.

Таким образом самым подходящим курсом для пользователя, имеющим максимальную косинусную схожесть, является курс «Администратор Kubernetes».

7.2 Трендовые рекомендации

Трендовые рекомендации, в отличие от пользовательских, представляют из себя подборку внутренних обучений, основанную на количестве просмотров всеми сотрудниками компании⁵.

Таким образом для вычисления трендовых рекомендаций необходимы данные о количестве просмотров обучения по конкретному полугодовому периоду.

Так как в текущей реализации результат должен зависеть от одного параметра — количества просмотров за полугодие, можно воспользоваться линейной регрессией⁶.

Регрессия — это способ нахождения из семейства функций ту, которая минимизирует функцию потерь. Цель регрессии — найти коэффициенты этой комбинации, и тем самым определить регрессионную функцию.

⁵ Рекомендательные системы: идеи, подходы, задачи [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/companies/jetinfosystems/articles/453792/> (дата обращения: 25.05.2024).

⁶ Рекомендательные системы: что это и как работает алгоритм рекомендаций [Электронный ресурс]. URL: <https://mindbox.ru/journal/education/rekomendatelnye-sistemy/> (дата обращения: 28.05.2024).

Таблица 1. Вычисленные коэффициенты TF-IDF
Table 1. Calculated TF-IDF coefficients

Ключевые слова	Коэффициенты TF-IDF						
	Основы	Инженер	Linux	DevOps	Kubernetes	Администратор	Golang
Linux*2, Инженер*1	0	0,492	0,666	0	0	0	0
DevOps*2 Основы*1 Linux*1	0,294	0	0,25	0,5	0	0	0
Основы*1 Kubernetes*1 Devops*1	0,392	0	0	0,333	0,333	0	0
Kubernetes*2 Devops*1 Linux*1	0	0	0,25	0,25	0,5	0	0
Администратор*1 Linux*2	0	0	0,666	0	0	0,392	0
Kubernetes*2 Администратор*1 Devops*1	0	0	0	0,25	0,5	0,294	0
Golang*2	0	0	0	0	0	0	1,477
Golang*2 Основы*1	0,392	0	0	0	0	0	2,143

Таблица 2. Вектор интереса
Table 2. Interest vector

Ключевые слова						
Основы	Инженер	Linux	DevOps	Kubernetes	Администратор	Golang
0,131	0	0,305	0,194	0,2778	0,131	0

Функция потерь — функция, характеризующая насколько сильно пробная функция отклоняется от значений в заданных точках.

Метод наименьших квадратов — математический метод, применяемый для решения различных задач, основанный на минимизации суммы квадратов отклонений некоторых функций от искомым переменных.

В результате применения линейной регрессии должно быть спрогнозировано значение на следующее полугодие, а также должен быть вычислен нормализованный рейтинг популярности.

Для текущего года нормируется количество просмотров — умножается показатель на нормализующий коэффициент, представленный в формуле (5):

Таблица 3. Косинусная схожесть
Table 3. Cosine similarity

Вектор	Произведение коэффициентов TF-IDF и значений вектора интереса							Сумма	Косинусная схожесть
	Основы	Инженер	Linux	DevOps	Kubernetes	Администратор	Go-lang		
Linux*2 Инженер*1	0	0	0,203	0	0	0	0	0,203	0,499
DevOps*2 Основы*1 Linux*1	0,039	0	0,077	0,097	0	0	0	0,213	0,687
Kubernetes*2 Администратор*1 Devops*1	0	0	0	0,049	0,139	0,039	0	0,227	0,732
Golang*2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Golang*2 Основы*1	0,051	0	0	0	0	0	0	0,051	0,048

$$K_{\text{норм}}(n) = \frac{k}{(n-1)\% n+1}, \quad (5)$$

где k — количество месяцев в периоде, n — номер текущего месяца.

При этом нормализация рейтинга обучений должна быть выполнена по формуле (6):

$$R_{\text{норм}}(p) = \frac{p}{p_{\text{max}}}, \quad (6)$$

где p — рейтинг конкретного обучения в полугодии, p_{max} — максимальное значение рейтинга в полугодии.

В качестве примера рассмотрим выборку из 10 внутренних курсов и их просмотров за несколько полугодий (табл. 4).

Рассчитаем нормализующий коэффициент по формуле (5). В данном случае k (число месяцев в полугодии) — 6, n (номер текущего месяца) — 5. Итого после подстановки получаем:

$$K_{\text{норм}}(5) = \frac{6}{(5-1)\% 5+1} = 1.2$$

Для начала необходимо нормализовать просмотры текущего периода с учетом вычисленного нормализующего коэф-

фициента, умножим просмотры текущего полугодия на вычисленное значение. Результат представлен в табл. 5.

Далее необходимо рассчитать количество просмотров в следующем полугодии. Для этого следует использовать формулу нахождения прямой линейной регрессии (7), формулу нахождения наклона прямой по методу наименьших квадратов (8), а также формулу для нахождения коэффициента смещения (9).

$$y = bx + a \quad (7)$$

$$b = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (8)$$

$$a = y_{\text{ср}} - bx_{\text{ср}} \quad (9)$$

Спрогнозируем количество просмотров для обучения «Как развивать бренд команды»:

В данном случае x — порядковый номер полугодия, y — количество просмотров за полугодие.

После подстановки значений в формулу (8) получаем $b = 48,629$.

Таблица 4. Данные о количестве просмотров по полугодиям
Table 4. Number of views by half years

Курсы	Количество просмотров по полугодиям				
	2022 год		2023 год		2024 год
	1	2	1	2	1
Как развивать бренд команды	485	415	279	501	298
Вендорское обучение по продуктам Kaspersky	321	153	162	381	117
С чего начать? Инфраструктура как код	-	213	122	98	112
Китай: культура и бизнес-коммуникации	-	-	201	250	212
Эффективный нетворкинг	-	-	653	722	444
Правила информационной безопасности	-	-	289	104	42
Лидерство и мотивирование команды	-	-	-	186	123
Как построить виртуальный мир? Вебинар о метавселенных	-	-	-	394	205
Портфель решений компании	-	-	-	-	306
Госзакупки и тендеры	-	-	-	-	242

Таблица 5. Нормализованные просмотры текущего периода
Table 5. Normalized views of the current period

Курсы	Количество просмотров по полугодиям				
	2022 год		2023 год		2024 год
	1	2	1	2	1
Как развивать бренд команды	485	415	279	501	358
Вендорское обучение по продуктам Kaspersky	321	153	162	381	140
С чего начать? Инфраструктура как код	-	213	122	98	134
Китай: культура и бизнес-коммуникации	-	-	201	250	254
Эффективный нетворкинг	-	-	653	722	533
Правила информационной безопасности	-	-	289	104	50
Лидерство и мотивирование команды	-	-	-	186	148
Как построить виртуальный мир? Вебинар о метавселенных	-	-	-	394	246
Портфель решений компании	-	-	-	-	367
Госзакупки и тендеры	-	-	-	-	290

Далее необходимо найти значение a по формуле (9). В данном случае $x_{cp} = 3,5$ и $y_{cp} = 339,667$. После подстановки получаем: $a = 169,467$.

Таким образом, уравнение прямой линейной регрессии имеет вид:

$$y = 48,629x + 169,467$$

Графики тренда и регрессии представлены на рис. 4.

При подстановке значения $x=7$ получаем спрогнозированное количество просмотров в следующем периоде ≈ 510 .

Найдем прогнозы и значение тренда для всех остальных обучений. Значение тренда будет вычислено по формуле (6). Результат вычисления представлен в табл. 6.

По результатам вычисления показателей тренда обучений можно сделать вывод, что при выводе 5 самых трендовых курсов в разделе рекомендаций будут выведены следующие: «Эффективный нетворкинг», «Портфель решений компа-

нии», «Госзакупки и тендеры», «Как развивать бренд команды», «Как построить виртуальный мир? Вебинар о метавселенных».

8 Новизна разрабатываемого решения

Главной особенностью проектируемого решения, определяющей его новизну, по сравнению с другими решениями, представленными на рынке, является присутствие всего необходимого функционала для управления корпоративным обучением в одном программном комплексе, который является единой точкой доступа к просмотру и заказу обучения.

Основными факторами, определяющими необходимость разработки системы, являются либо отсутствие возможности доработки систем, имеющих на рынке, без привлечения разработчиков компании-вендора, либо ограничение на поддерживаемый язык программирования для разработки плагинов.



Рис. 4. График регрессии
Fig. 4. Regression chart

Таблица 6. Тренды обучений
Table 6. Courses trends

Курсы	Тренд
Эффективный нетворкинг	1,000
Портфель решений компании	0,821
Госзакупки и тендеры	0,649
Как развивать бренд команды	0,570
Как построить виртуальный мир? Вебинар о метавселенных	0,513
Китай: культура и бизнес-коммуникации	0,424
Лидерство и мотивирование команды	0,290
С чего начать? Инфраструктура как код	0,178
Портфель решений компании	0,821
Правила информационной безопасности	0,114

Заключение

В работе рассмотрены иерархия компании, процесс заказа планового обучения в компании, а также были сформулированы функциональные требования к разделам проектируемой системы.

В результате рассмотрения архитектур сделан вывод о целесообразности использования комбинированного подхода, совмещающего микро-сервисную и сервис-ориентированную архитектуру. Произведено проектирование межсистемного взаимодействия, в результате которого были определены системы-источники данных. Помимо этого, опре-

делен список сервисов, составляющих серверную часть проектируемой системы, а также описан их функционал с учетом полного покрытия требований.

Несмотря на наличие решений для корпоративного обучения на рынке, разработка собственной системы все еще является оптимальным решением для крупной компании, позволяющим удовлетворить все потребности сотрудников и менеджеров в управлении корпоративным обучением, а также наиболее оптимально встроить систему в сложившуюся за долгие годы технологическую инфраструктуру компании без привлечения сторонних специалистов.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no relevant conflict of interests.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Тихомирова Е. Обучение со смыслом: 13 правил для тех, кто учит взрослых Альпина PRO, 2024. 336 с.
Tikhomirova E. Teaching with meaning: 13 rules for those who teach adults. Alpina PRO, 2024. 336 p.
2. Smith S, Rice W. Moodle 4 E-Learning Course Development: The definitive guide to creating great courses in Moodle 4.0 using instructional design principles, 5th edition. Packt Publishing, 2022. 436 p.
3. Fowler M. UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language, 3rd edition. Addison-Wesley Professional, 2019. 208 p.
4. Ryan J. Canvas LMS Course Design: Create and deliver interactive online courses on the Canvas learning management system, 2nd Edition. Packt Publishing, 2021. 292 p.
5. Гаспарович Е. О. Управление обучением персонала на предприятии: монография. LAP Lambert Academic Publishing, Deutschland, 2020. 105 с.
Gasparovich E. O. Personnel training management at an enterprise: monograph. LAP Lambert Academic Publishing, Germany, 2020. 105 p.
6. Tilley S. Systems Analysis and Design. Course Technology Inc., 2019. 576 p.
7. Newman S. Monolith to Microservices: Evolutionary Patterns to Transform Your Monolith. O'Reilly Media, 2019. 576 p.
8. Newman S. Building microservices. O'Reilly Media, 2023. 624 p.
9. Martin R, Clean Architecture. Pearson Education, 2020. 432 p.
10. Blokdyyk G. Service Oriented Architecture. A Complete Guide. 5STARCOoks, 2019. 310 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Давид Темуриевич Геденидзе, старший инженер-разработчик, ЗАО «КРОК Инкорпорейтед», Российская Федерация, 111033, Москва, ул. Волочаевская, 5, к. 1; ORCID: 0009-0000-4502-4629; davidigital@gmail.com

Александр Владимирович Синицын, доцент, Международный центр по информатике и электронике, Российская Федерация, 123557, Москва, Пресненский вал, 19; SPIN: 4894–4298, IstinaresearcherID (IRID): 92272144, Scopus Author ID: 57197927291, ORCID: 0000-0001-7392-1837; веб-сайт: <https://alexander.sinitsyn.info>; e-mail: alexander@sinitsyn.info

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

David T. Gedenidze, senior software engineer, CJSC «Croc Incorporated», 5, b. 1, st. Volochaevskaya, Moscow, 123557, Russian Federation, ORCID: 0009-0000-4502-4629; davidigital@gmail.com

Alexander V. Sinitsyn, docent, International Center of Informatics and Electronics 19, Presnensky Val, Moscow, 123557, Russia; SPIN: 4894–4298, IstinaresearcherID (IRID): 92272144, Scopus Author ID: 57197927291, ORCID: 0000-0001-7392-1837; web-site: <https://alexander.sinitsyn.info>; alexander@sinitsyn.info

Поступила в редакцию / Received 03.06.2024

Информационные процессы / Information processes

Оригинальная статья / Original article

УДК 004.9:025.3

[https://doi.org/ 10.31432/1994-2443-2024-19-2-75-83](https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-75-83)**Анализ рынка труда с применением рандомизированных систем итерированных функций********А. К. Горностаев** ✉, **А. Л. Огарок***Российский Технологический Университет — МИРЭА, Москва, Российская Федерация*✉ agornostaevv@gmail.com

Аннотация. *Актуальность.* В настоящее время на рынке труда остро стоит задача поиска подходящих кандидатов. За прошедшие 5 лет рынок информационных технологий сильно изменился. В связи с оттоком и новыми способами стимуляции трудоустройства, компаниям стало сложнее отбирать квалифицированные кадры для выполнения необходимых задач. *Цель.* Применение рандомизированных систем итерированных функций для анализа рынка соискателей и подбора наиболее подходящих кандидатов по заданному профилю из сферы информационных технологий. *Материалы и методы.* Используются данные, собранные из открытых источников. Анализ проводился с применением рандомизированных систем итерированных функций. В работе использовался метод кластерного анализа, производился отбор типичных представителей каждого класса и применялись рандомизированные системы итерированных функций для построения фрактальных множеств. *Результаты.* Сформированы 3 группы кандидатов с различными характеристиками. *Выводы.* Применение рандомизированных систем итерированных функций позволяет эффективно анализировать рынок труда. Предложенный подход повышает качество подбора кандидатов.

Ключевые слова: классификация; рандомизированные системы итерированных функций; рынок труда; фрактальные множества

Финансирование. Финансирование отсутствовало.

Для цитирования: Горностаев А. К., Огарок А. Л. Анализ рынка труда с применением рандомизированных систем итерированных функций. *Информация и инновации.* 2024;19(2):75-83. <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-75-83>

**** Статья написана по материалам доклада на международной научной конференции «Наука и технологии: источники данных и аналитические подходы в целях развития», 29–30 мая 2024, г. Москва, Россия.

Labor market analysis using randomized systems of iterated functions^{****}

A. K. Gornostaev ✉, A. L. Ogarok

Russian Technological University — MIREA, Moscow, Russian Federation

✉ agornostaevv@gmail.com

Abstract. *Relevance.* Currently, the labor market faces the pressing need to find suitable candidates. Over the past 5 years, the IT market has changed significantly. Due to the outflow and new ways to stimulate employment, it has become more difficult for companies to select qualified personnel to perform the necessary tasks.

Purpose. Using randomized systems of iterated functions to analyze the job seekers' market and select the most suitable candidates for a given profile from the field of information technology.

Materials and methods. The data collected from open sources were used. The analysis was carried out using randomized systems of iterated functions. In the work, the cluster analysis method was used, typical representatives of each class were selected, and randomized systems of iterated functions were used to construct fractal sets.

Results. Three groups of candidates with different characteristics were formed.

Conclusions. The use of randomized systems of iterated functions allows you to effectively analyze the labor market. The proposed approach improves the quality of candidate selection.

Keywords: classification; randomized systems of iterated functions; labor market; fractal sets

Funding. No funding.

For citation: Gornostaev A. K., Ogarok A. L. Labor market analysis using randomized systems of iterated functions. *Information and Innovations*. 2024;19(2):75-83. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-75-83>

^{****} The article is based on the materials of the report at the international scientific conference «Science and Technology: Data Sources and Analytical Approaches for Development», May 29–30, 2024, Moscow, Russia.

Введение

В настоящее время актуальной нерешенной задачей является разработка научно-методических подходов к разработке методов поиска соискателей и отбора наиболее подходящих сотрудников по заданному профилю специализации в сфере разработки информационных технологий. Анализ подходов к решению поставленной актуальной научной задачи показал целесообразность использования аппарата рандомизированных систем итерированных функций, который подразумевает использование фрактальных множеств [1,2] и ультраметрического пространства для описания поведения данных.

Цель исследования — применение рандомизированных систем итерированных функций для анализа рынка соискателей и подбора наиболее подходящих кандидатов по заданному профилю из сферы информационных технологий при помощи воссоздания множества в ультраметрическом пространстве и перехода в признаковое для дальнейшего анализа.

В рамках исследования описываются рандомизированные системы итерированных функций (РСИФ) — математические модели, которые используются для построения фрактальных множеств. Данная модель является системой итерированных функций, в которой на каждом шаге итерации с заданным вероятностным распределением реализуется только одна из функций из заданного набора.

Методические подходы к решению задачи

Существует два способа построения РСИФ [3].

Первый подход, $F1$, подразумевает определение набора линейных функций $\{f_1(x), f_2(x), \dots, f_K(x)\}$, в котором каждая функция имеет вид:

$$f^{(j)}(x_i) = (1 - \xi)x_i + \xi Z_j^i, \quad (1)$$

где: ξ — фиксированный параметр;
 $\{Z_1, Z_2, \dots, Z_K\}$ — параметры, определяющие вид линейной функции.

Задается вероятностное распределение $\{p_1, p_2, \dots, p_K\}$ на множестве функций $f^{(j)}$. Для выбранной начальной точки x_0 на каждой итерации вначале случайно выбирается функция в соответствии с вероятностным распределением, а затем применяется выбранная функция $f^{(j)}$ к текущей точке $x_{i+1} = f^{(j)}(x_i)$, где $j = 1, \dots, N$.

Множество точек $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$, полученных в результате N итераций, называется предфракталом. Предельное множество, к которому сходится последовательность $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$, при неограниченном увеличении N , называется аттрактором РСИФ.

Во втором подходе, именуемым $F2$, рассматривается совокупность членов ряда

$$\frac{1}{\mu} \sum_{i=1}^{\infty} \xi^i = 1, \quad (2)$$

где $\mu = \frac{1}{1-\xi}$ — нормировочная константа.

Эта совокупность разбивается на K заранее заданное число классов $\{S_1, S_2, \dots, S_K\}$ таким образом, что каждый элемент матрицы A принадлежит ровно одному классу. Для каждого класса S_i определяется его состав элементов входящих в этот класс — a_i .

В результате, полученное множество строк $\{A_1, A_2, \dots, A_K\}$ будет представлять собой классификационное пространство A . Матрица X , представляющая фрактальное множество ультраметрического пространства в пространстве признаковом, получается умножением A на Z .

Стоит также отметить, что в рамках данной работы решение задачи осуществляется в двух пространствах:

– признаковое — где существуют исходные данные;

– классификационное — ультраметрическое пространство, где существует матрица A .

На строках матрицы A задается метрика, которая, как показано в [3, 4], является ультраметрикой. Переход из классификационного пространства в признаковое осуществляется посредством перемножения матрицы A и матрицы протофрактала: $X = AZ$.

Данные представляют собой резюме соискателей, собранные в рамках одного профиля. Объем выборки, после предварительного анализа составляет 96 респондентов. Совместно с экспертами было выделено 16 признаков, по которым можно оценить человека при поиске работы на конкретную должность. Общее множество признаков было разделено на две группы [5]:

hard-skills — признаки, описывающие работу человека с конкретными технологиями или со специфичным программным обеспечением;

soft-skills — признаки, описывающие отношение человека к работе в целом, например, насколько в его деятельности выражена трудовая мобильность, а также социально-демографические данные.

В качестве целевой переменной выступает оценка специалиста по подбору персонала каждого резюме по десяти бальной системе. В конкретной задаче предлагается свести бальную систему к трем группам оценок:

- оценка от 1 до 4 — кандидат не подходит на должность;
- оценка от 5 до 7 — с кандидатом можно поговорить, но не в первую очередь;
- оценка от 8 до 10 — кандидат подходит под все или многие критерии.

К описанным выше данным применяется алгоритм кластеризации k -Means

для разделения на 3 кластера. Визуализация данных в признаковом пространстве представлена на рис. 1.

На рис. 1 приняты следующие условные обозначения: квадрат — группа номер 1, треугольник — группа номер 2, круг — группа номер 3. Крестиками отмечены типичные представители для каждой группы.

При использовании подхода РСИФ важно выбрать типичных представителей каждого класса. В большинстве случаев используется подход, при котором в каждом кластере находится центроид, который берется в качестве такого элемента. Однако стоит отметить, что типичным представителем является элемент, наиболее полно описывающий свойства своего класса. Так, в работе [6, с. 13–19] показывается, что для группы «Бедных» (по уровню дохода) типичным представителем будет самый бедный, для «Богатых» — самый богатый, а для «Среднего класса» — средний. Такой выбор типичных объектов в полной мере соответствует фрактальной теории [7].

В рамках данной задачи для каждой группы были выбраны типичные представители (см. рис. 1):

- 1–4 — объекты, заявленный уровень которых, не устраивает экспертов;
- 5–7 — объекты, в отношении которых, с достаточной уверенностью, невозможно определить их уровень;
- 8–10 — объекты, заявленный уровень которых, полностью соответствуют требованиям.

Типичные элементы являются элементами протофрактала Z , на основе которого формируется матрица A методом $F2$. Можно получить представление классификационного пространства в признаковом пространстве путем перемножения $X = AZ$ (рис. 2).

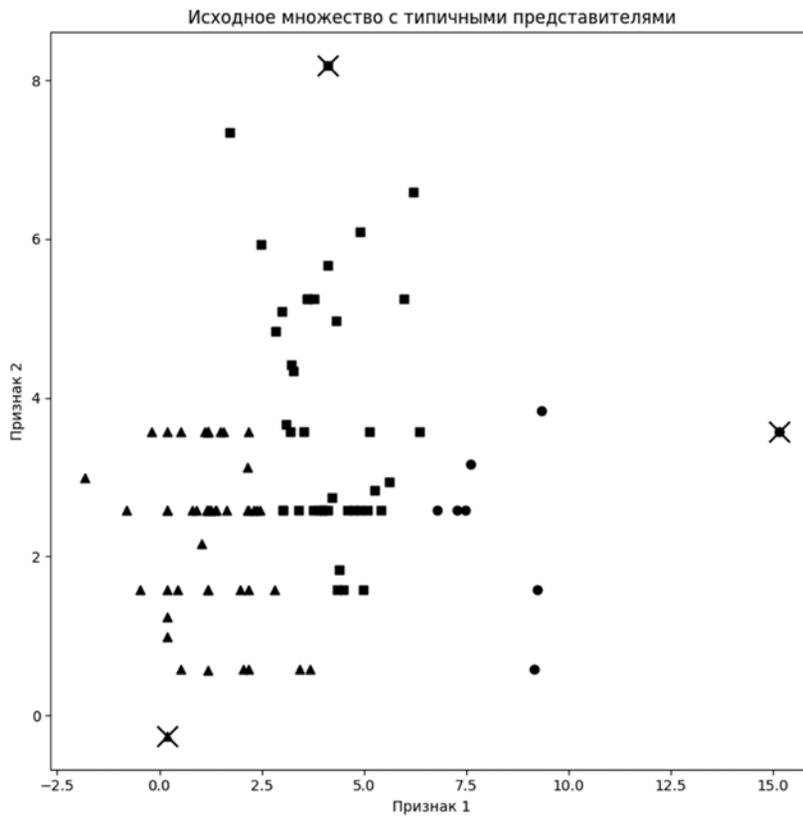


Рис. 1. Визуализация данных в признаковом пространстве

Fig. 1. Visualization of data in feature space

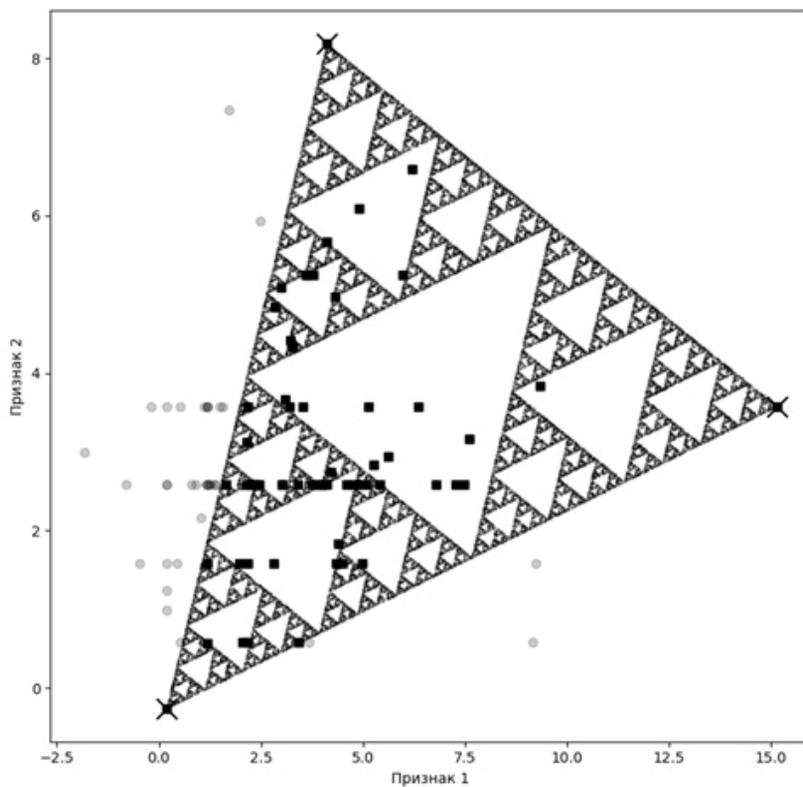


Рис. 2. Представление классификационного пространства в признаковом пространстве

Fig. 2. Representation of the classification space in the feature space

На рис. 2 фрактальное множество, построенное на элементах протофрактала (крестики), разбитого на три группы. Так как фрактальное множество образует треугольник Серпинского, то для выбора точек, находящихся внутри данной фигуры, можно использовать барицентрические координаты (рис. 3).

Элементы исходного множества, находящиеся внутри фрактального множества (квадратики), элементы не вошедшие (круги) и типичные представители (крестики). Сгруппируем элементы исходного множества, которые попали внутрь выпуклой оболочки множества протофрактала, относительно типичных представителей по расстоянию Евклида (рис. 4).

На рис. 4 группа номер 1 — обозначена треугольником, группа номер 2 — кругом, группа номер 3 — квадратом. Анализируя каждую получившуюся группу [8], можно заметить, что во вторую группу попали элементы с высоким исходным рейтингом. В первой группе находятся кандидаты с высокой заработной платой, с опытом работы в крупных компаниях и часто меняющие работу, то есть демонстрируют трудовую мобильность, что может свидетельствовать о нестабильности таких кандидатов при найме и высоком риске их ухода из компании. В третьей группе оказались соискатели с более низкими зарплатными ожиданиями, с меньшим опытом работы в крупных компаниях, но при этом частота смены работы ниже (де-

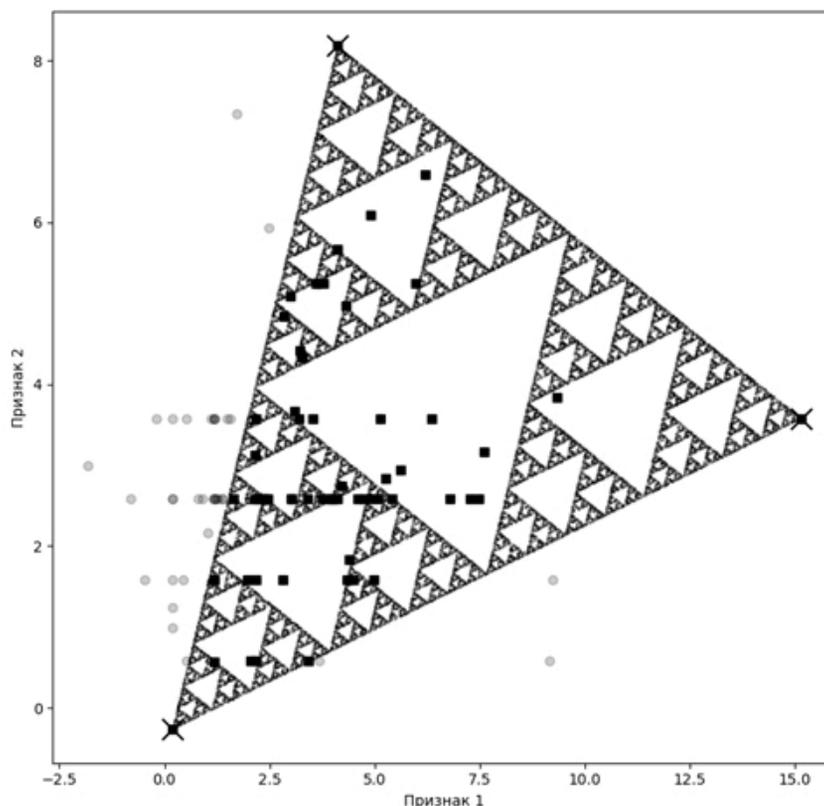


Рис. 3. Представление классификационного пространства в признаковом пространстве с барицентрическими координатами

Fig. 3. Representation of the classification space in the feature space with barycentric coordinates

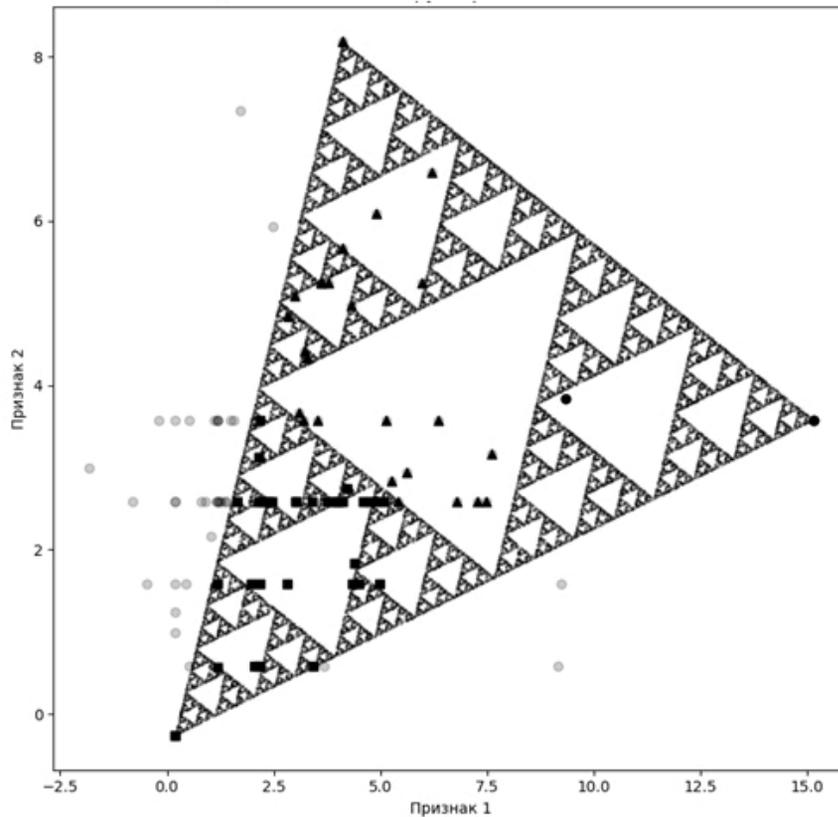


Рис. 4. Элементы исходного множества, сгруппированные по цветам относительно типичных представителей каждого класса

Fig. 4. Elements of the original set, grouped by colors relative to typical representatives of each class

монстрируют трудовую стабильность), то есть данный класс описывает людей более склонных к стабильной планомерной работе [9].

Прикладные результаты решения задачи

Подводя итоги решения поставленной научной задачи можно отметить, что с использованием представления профиля человека в признаковом пространстве признаков в результате анализа удалось сформировать 3 группы с различными свойствами. Каждую из групп можно анализировать в рамках конкретной вакансии и в конкретной компании. Так, например, для срочных кратковремен-

ных проектов, подойдут кандидаты из первой группы, а для длительной работы лучше выбрать людей из третьей группы. Если задача требует решения грамотным специалистом с опытом, стоит рассмотреть кандидатов из второй группы. Стоит также отметить, что в группе номер 2 оказалось меньше кандидатов по сравнению с остальными группами, что подтверждает положение о том, что найти грамотных специалистов трудно.

Заключение

В данном исследовании описан научно-методический подход к формализации постановки и решения актуальной задачи анализа рынка труда

на примере соискателей Российской Федерации и подбора наиболее подходящих кандидатов по заданному профилю из сферы IT с применением рандомизированных систем итерированных функций. Были выбраны типичные представители, относительно которых, в дальнейшем, формировались группы, полученные с помощью РСИФ. Произведен анализ образованных групп и даны рекомендации для дальнейшего принятия решений при поиске релевантных кандидатов. Для проведения исследования использован экспертный и аналитический подход к формализации и решению научной задачи. Научная новизна предложенного подхода состоит в применении апробированного научно-методического аппарата класте-

ризации данных и теории матриц к прикладной области анализа рынка труда с применением рандомизированных систем итерированных функций. Практическая значимость исследования заключается в том, что предложенный научно-методический подход позволяет повысить качество подбора кандидатов на вакансии применительно к различным критериям отбора специалистов. Апробация указанного научно-методического подхода подтвердила высокую эффективность предложенного научно-методического подхода, повышение качества кластеризации данных и минимизацию времени обработки данных, что особенно актуально для автоматической обработки массивов данных большой размерности.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no relevant conflict of interests.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Hutcthinson J. E. Fractals and self similarity. *Indiana University Mathematics Journal*. 1981;30(5):713–747. <https://doi:10.1887/0750304006/b384c2>
2. Barnsley F. Hawley Rising. *Fractals Everywhere*. Academic Press Professional, 1993. 531 p.
3. Буховец А.Г., Бирючинская Т.Я. Структура аттрактора рандомизированных систем интегрированных линейных функций. 2016;(2):5–10. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии*. EDN WGBHOT
Bukhovets A. G., Biryuchinskaya T. Ya. The structure of the attractor of randomized systems of iterated linear functions. *Bulletin of Voronezh State University. Series: System Analysis and Information Technology*. 2016;5.
4. Хренников А. Ю. Моделирование процессов мышления в p-адических системах координат. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 296 с.
Khrennikov A. Y. Modeling of thinking processes in mathematical coordinate systems. М.: FIZMATLIT, 2004. 296 p.
5. Lamri J, Lubart T. Reconciling Hard Skills and Soft Skills in a Common Framework: The Generic Skills Component Approach. *Journal of Intelligence*. 2023 Jun 1;11(6):107. doi: 10.3390/jintelligence11060107.

6. Буховец А.Г., Бирючинская Т. Я., Лаврова Е. О. Выбор типичных объектов в классификационных задачах. Социологические методы в современной исследовательской практике: Сборник статей, посвященный памяти первого декана факультета социологии НИУ ВШЭ А. О. Крыштановского, Москва, 22 февраля 2011 года. Москва: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2011. 558 с. EDN QBUUNJ
Bukhovets A. G., Biryuchinskaya T. Ya., Lavrova E. O. The choice of typical objects in classification problems. Sociological methods in modern research practice: A collection of articles dedicated to the memory of the first Dean of the Faculty of Sociology of the Higher School of Economics A. O. Kryshtanovsky, Moscow, February 22, 2011. Moscow: National Research University Higher School of Economics, 2011. 558 p.
7. Mandelbrot B.B. Fractals and Scaling in Finance. Springer New York, 1997. 551 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-2763-0>
8. Буховец А.Г., Семин Е. А., Горностаев А. К. О новых подходах к прогнозированию урожайности зерновых культур. *Современная экономика: проблемы и решения*. 2023; № 2(158):8–19. EDN QGJBJO. <https://doi:10.17308/meps/2078-9017>
Bukhovets A. G., Semin E. A., Gornostaev A. K. On new approaches to forecasting the yield of grain crops. *Modern economy: problems and solutions*. 2023; No2(158):8–19. <https://doi:10.17308/meps/2078-9017>
9. Обухова Л. А. Трудовая мобильность как фактор формирования предложения на рынке труда. Вестник КРАСГАУ. 2006;(10):28–33.
Obukhova L. A. Labor mobility as a factor in the formation of supply in the labor market. Vestnik of KRASGAU. 2006;(10):28–33.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Горностаев А. К., Российский Технологический Университет — МИРЭА, Москва, Российская Федерация, ORCID ID — 0009-0008-8033-7135, agornostaevv@gmail.com

Огарок А. Л., кандидат технических наук, Российский Технологический Университет — МИРЭА, доцент, старший научный сотрудник кафедры БК 231, Москва, Российская Федерация, ORCID ID — 0000-0002-3125-4594, aogarok@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Gornostaev A. K., Master Student, Russian Technological University — MIREA, Moscow, Russian Federation, ORCID ID — 0009-0008-8033-7135, agornostaevv@gmail.com

Ogarok A. L., Candidate of Technical Sciences, Russian Technological University — MIREA, Moscow, Russian Federation, Associate Professor, Senior Researcher at the BK 231 Department, ORCID ID — 0000-0002-3125-4594, aogarok@gmail.com

Поступила в редакцию / Received 05.06.2024



Информационные процессы / Information processes

Оригинальная статья / Original article

УДК 004.021

[https://doi.org/ 10.31432/1994-2443-2024-19-2-84-95](https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-84-95)

Алгоритм построения маршрутизации для обеспечения отказоустойчивости сети связи

Г. О. Сорокин ✉, А. В. Сеницын

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА — Российский технологический университет», г. Москва,
Российская Федерация,
✉ sorokinglebw@yandex.ru

Аннотация. *Введение.* Эффективность, надежность и масштабируемость сети связи во многом зависят от того, какой выбор будет сделан алгоритмом маршрутизации. Это особенно актуально сейчас, из-за частых эскалаций военных конфликтов, последствия которых могут влиять на стабильность и надежность сетевых коммуникаций.

Цель. Формализация алгоритма, обеспечивающего отказоустойчивость сети связи за счет построения оптимальной маршрутизации.

Методы. Основным методом формализации проблемы выступает математическое моделирование, а также экспериментальная проверка представленной модели на основе различных геоданных за счет практической реализации формализованного алгоритма.

Результаты. Предложена математическая модель алгоритма, в основе которой лежат алгоритмы построения минимального остовного дерева, а также дан пример его реализации.

Выводы. Разработанный алгоритм позволяет построить маршрутизацию, обеспечивающую отказоустойчивость сети связи в условиях теоретического уничтожения узлов в сетях связи за счет определения вероятности существования смежных узлов. Алгоритм может быть использован для создания сетей SDN, а также как виртуализированная сетевая функция (VNF).

Ключевые слова: маршрутизация; минимальное остовное дерево; отказоустойчивость; сети связи; теория графов

Финансирование. Финансирование отсутствовало.

Для цитирования: Сорокин Г. О., Сеницын А. В. Алгоритм построения маршрутизации для обеспечения отказоустойчивости сети связи. *Информация и инновации.* 2024;19(2):84-95. <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-84-95>

Algorithm for constructing routing to ensure fault tolerance of the communication network

G. O. Sorokin ✉, A. V. Sinitsyn

MIREA — Russian Technological University, Moscow, Russian Federation

✉ sorokinglebw@yandex.ru

Abstract. *Introduction.* The efficiency, reliability and scalability of a communication network largely depend on the choices made by the routing algorithm. This is especially true now, due to frequent escalations of military conflicts, the consequences of which can affect the stability and reliability of network communications.

Purpose. Formalization of an algorithm that ensures fault tolerance of a communication network by constructing optimal routing.

Methods. Mathematical modeling, as well as experimental testing of the presented model based on various geodata through the practical implementation of a formalized algorithm.

Results. A mathematical model of the algorithm is proposed, which is based on algorithms for constructing a minimum spanning tree, as well as an example of its implementation.

Conclusions. The presented algorithm allows you to build routing that ensures fault tolerance of the communication network, in conditions of theoretical destruction of nodes in communication networks by determining the probability of the existence of adjacent nodes.

Keywords: routing; minimum spanning tree; fault tolerance; communication networks; graph theory

Funding. No funding.

For citation: Sorokin G. O., Sinitsyn A. V. Algorithm for constructing routing to ensure fault tolerance of the communication network. *Information and Innovations*. 2024;19(2):84-95. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-84-95>

1. Введение

Для сети связи общего пользования критически важным является поддержание непрерывной работы даже в таких ситуациях, как отказ или выход из строя узла. Целью статьи является формализация алгоритма, обеспечивающего отказоустойчивость сети связи за счет построения оптимальной маршрутизации.

Отказоустойчивость, в основе которой лежит избыточность связности, означает возможность для любого узла оставаться на связи в случае сбоя других ее компонентов. Качество обслуживания QoS (Quality of Service) улучшается за счет построения оптимальной маршрутизации между узлами.

В статье предложен алгоритм построения маршрутизации на основе построения отказоустойчивого графа, представляющего объединение всевозможных минимальных остовных деревьев для функционирующих узлов, в котором приоритеты маршрутизации зависят от вероятности существования ребра между узлами сети. В работе [1] показано, что при использовании модели Барабаши-Альберта [2, 3] стратегия вероятностной маршрутизации в объединенных сетях не только достигает высокой пропускной способности сетевого трафика, но и обеспечивает превосходную производительность.

Описываемый алгоритм может быть применен для создания сетей SDN и использоваться как виртуализированная сетевая функция (VNF) [4]. Данная работа продолжила исследования, начатые в [5].

2. Постановка задачи

Сеть связи будет представляться планарным неориентированным ациклическим графом без петель:

$$\begin{aligned} G(v, e, w), v \in V = \{v_0, \dots, v_n\}, \\ v \in E(n, n) = e_{ij}, w = w_{ij} \end{aligned} \quad (1)$$

Граф состоит из n узлов, вершин v и ребер e с весами w , соединяющих вершины согласно квадратной треугольной матрице смежности E (без главной диагонали) вида:

$$E = \begin{pmatrix} 0 & e_{01} & \dots & e_{0n} \\ 0 & 0 & \dots & e_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & e_{n-1,n} \\ 0 & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$e_{ij} = \begin{cases} e_{ij}, i < j \\ 0, i \geq j \end{cases}$$

Предполагается, что не более k -узлов могут быть выведены из строя и (1) примет вид:

$$G^*(v, e), n \in V^* \{v_1, \dots, v_{n-k}\} \in V. \quad (3)$$

2.1. Проблема построения отказоустойчивой матрицы смежности

Для (1) требуется построить такую матрицу смежности

$$E^*(n, n) = e_{ij}^*, \quad (4)$$

которая для оставшегося множества вершин (3) обеспечивала бы связность при выходе из строя любых k — вершин (3), т.е. любая пара оставшихся вершин имела бы маршрут $\forall (v_i, v_j) \in V^* \exists (e_{i1} \dots e_{jm})$, иными словами $\forall G^* \exists E^*(n-k, n-k)$, являющийся подграфом (4).

Решение такой проблемы позволит любому узлу оставаться на связи в критических ситуациях.

2.2. Функционал минимизации разности матриц смежности

Для всевозможных (4) предпочтительнее выбрать такую матрицу смежности, которая бы мало отличалась бы от заданной т.е. функционал $F(E, E^*)$ имел наименьшее значение:

$$F(E, E^*) = \sum_{i,j=0}^{n,n} |e_{ij} - e_{ij}^*| \rightarrow \min. \quad (5)$$

Минимизация (5) позволит найти способ дополнения существующей сети связи до отказоустойчивой с минимальными затратами и максимальным использованием существующих линий связи (ребер).

2.3. Проблема оптимальной маршрутизации

Для каждого узла v_i (1) в построенной отказоустойчивой сети (3–4) необходимо построить T таблицу маршрутизации согласно приоритету в множестве ее смежных ребер $\{e_{ab}, \text{ где } a = i, b \in V \text{ или } a \in V, b = i\}$, где максимальный приоритет имеет ребро с максимальной вероятностью существования после уничтожения k -вершин, а минимальный — с минимальной вероятностью:

$$T: v_i \rightarrow \{v_a \text{ или } v_b \sim \{e_{ab}\}\}. \quad (6)$$

Создание подходов, позволяющих решать поставленные проблемы, пополняет инструментарий систем эксплуатационной поддержки OSS (англ. Operations Support Systems), в частности управление неисправностями (англ. Fault Management)¹ и управление качеством предоставляемых услуг (англ. SLA Management) для обеспечения заказанного QoS².

¹ Сайт: JSR-263 v1.0 — Fault Management API Specifications. URL: <https://www.tmforum.org/resources/standard/jsr-263-v1-0-fault-management-api-specifications/> (дата обращения: 20.05.2024).

² Сайт: TMF623 SLA management api rest specification — Fault Management API Specifications. URL: <https://www.tmforum.org/resources/interface/tmf623-sla-management-api-rest-specification-r14-5-0/> (дата обращения: 20.05.2024).

3. Описание алгоритма решения задачи

Для решения задачи предлагается алгоритм, основанный на построении и объединении минимальных остовных деревьев (Minimal Spanning Tree, MST) для подграфов меньшей размерности, чем исходный, например, реализацией MST могут служить алгоритмы Прима, Борувки, обратного удаления или Крускала, из которых наиболее эффективным является последний [6].

В MST нас прежде всего интересует построение связности для имеющихся вершин с минимальным весом w_{ij} , который означает минимальную стоимость линии связи, если весом является пропускная способность линии связи, например, STM1 (155,52 Мбит/с), ..., STM256 (40 Гбит/с).

Для построения матрицы смежности (4) для любого набора $n - k$ вершин необходимо рассмотреть все наборы C_n^k выбывших узлов:

$$V^*(k) = (v_{i_1} \dots v_{i_k}), v_{i_j} \in V, j = 1 \dots k \quad (7),$$

где

$$i_1 = \{0, n - k + 1\}$$

$$i_2 = \{i_1, n - k + 2\}$$

...

$$i_k = \{i_{k-1}, n\}.$$

Все возможные наборы оставшихся вершин определяются как дополнения множества (7) до (1):

$$V^*(n - k) = V \setminus V^*(k). \quad (8)$$

Сначала построим минимальное остовное дерево для каждого конкретного набора $(v_{i_1} \dots v_{i_k})$ из (8):

$$G(V^*(n - k)) = MST(V^*(n - k)) \quad (9)$$

и рассмотрим объединение всех графов (9):

$$G^* = \bigcup_{i_1 \dots i_k} G(V^*(n-k)). \quad (10)$$

Полученный граф (10) обеспечивает полную связность для любого набора вершин (8) и решает проблему построения отказоустойчивой матрицы смежности.

Следующая проблема выбора минимально отличающего от исходного графа решается путем изменения списка вершин в исходном списке (1). Очевидно, что существует такая последовательность в списке (1), которая минимизирует (5), и такой список несложно составить, например, расположив вершины в порядке убывания их степени, т.е. количеству смежных ребер, выходящих из данной вершины.

Наконец, последняя проблема построения оптимальной таблицы маршрутизации (6) решается путем подсчета количества остовных деревьев (9), в которые входит каждое конкретное ребро:

$$n_{ij} = \|G(V^*(n-k)) \ni e_{ij}\|. \quad (11)$$

Приоритеты на множестве смежных ребер очевидно положить пропорциональными (11), а именно, равными вероятностям P_{ij} существования ребра при любых наборах:

$$P_{ij} = \frac{n_{ij}}{C_n^k}. \quad (12)$$

Таблица (6) имеет для каждой вершины список маршрутизации, равный степени вершины, в котором адреса назначения расположены на другом конце смежных ребер, расположенных в порядке убывания вероятностной характеристики существования ребра.

Таким образом, предлагаемый алгоритм успешно решает все три поставленные проблемы одновременно.

3.1. Численные эксперименты

Работа алгоритма иллюстрируется численным экспериментом для $n=10$ узлов (например, городов Ленинградской области) для числа неисправных узлов $k=1, 3$ и 5. Полученные отказоустойчивые сети и маршрутизации показаны на рис. 1.

Список приоритетных маршрутов для каждой вершины рассчитывается пропорционально вероятности существования каждого соседнего ребра графа, что показано в табл. 1 для случаев из рис. 1.

Список приоритетов можно пересчитать, если существование всех остальных узлов можно указать с некоторой вероят-

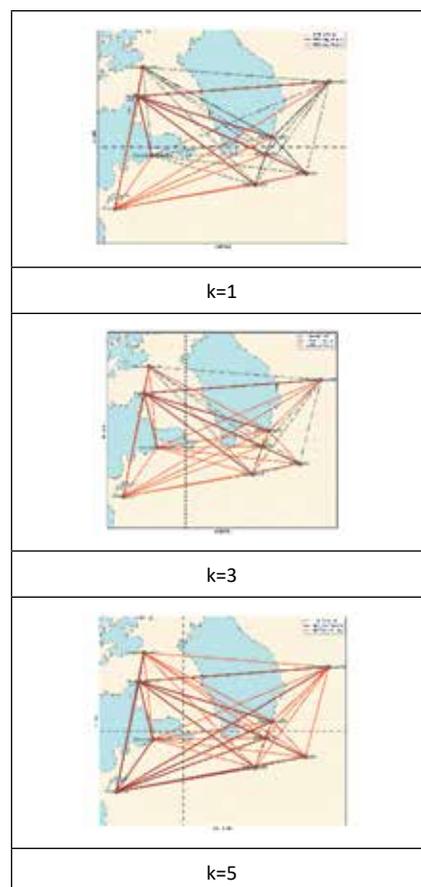


Рис. 1. Отказоустойчивая сеть для $n = 10$ при различных $k=1,3,5$
Fig. 1. Fault-tolerant network for $n = 10$ at different $k=1,3,5$

ностью от 0 до 1, в отличие от вышедших из строя узлов (см. табл. 1).

Степень вершины графа deg показывает количество выходящих из этой вершины ребер. Таким образом, можно узнать среднюю степень узлов графа $\langle deg \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N deg_i$, которая может дать

понять, насколько степень связности графов, вычисляемых по представленному алгоритму, отличается от начального графа.

В качестве примера взяты два абстрактных графа (без привязки к геокоординатам), состоящих из 20 узлов, первый из

Таблица 1. Сравнение маршрутизаций при $n=10, k=1, 2, 3$

Table 1. Comparison of routings with $n=10, k=1, 2, 3$

Город (из)	Город (в)	Приоритет	Город (в)	Приоритет	Город (в)	Приоритет
n=10	k=1		k=3		k=5	
Выборг(0)	Сланцы(1)	0.80	Сланцы(1)	0.47	Сланцы(1)	0.22
	Сосновый Бор(2)	0.80	Сосновый Бор(2)	0.47	Сосновый Бор(2)	0.22
	Сясьстрой(3)	0.80	Сясьстрой(3)	0.47	Сясьстрой(3)	0.22
	Светогорск(4)	0.80	Светогорск(4)	0.47	Светогорск(4)	0.22
	Подпорожье(5)	0.80	Подпорожье(5)	0.47	Подпорожье(5)	0.22
	Тихвин(6)	0.80	Тихвин(6)	0.47	Тихвин(6)	0.22
	Сясьстрой(7)	0.80	Сясьстрой(7)	0.47	Сясьстрой(7)	0.22
	Волхов(8)	0.80	Волхов(8)	0.47	Волхов(8)	0.22
	Кириши(9)	0.80	Кириши(9)	0.47	Кириши(9)	0.22
...						
Волхов(8)	Выборг(0)	0.80	Выборг(0)	0.47	Выборг(0)	0.22
	Сланцы(1)	0.10	Сланцы(1)	0.18	Сланцы(1)	0.14
			Сосновый Бор(2)	0.05	Сосновый Бор(2)	0.08
			Сясьстрой(3)	0.01	Сясьстрой(3)	0.04
			Светогорск(4)		Светогорск(4)	0.02
		Подпорожье(5)		Подпорожье(5)	0.0	
Кириши(9)	Выборг(0)	0.80	Выборг(0)	0.47	Выборг(0)	0.22
	Сланцы(1)	0.10	Сланцы(1)	0.18	Сланцы(1)	0.14
			Сосновый Бор(2)	0.05	Сосновый Бор(2)	0.08
			Сясьстрой(3)	0.01	Сясьстрой(3)	0.04
			Светогорск(4)		Светогорск(4)	0.02
		Подпорожье(5)		Подпорожье(5)	0.0	

которых является полным графом, второй — разряженным. Значение $\langle deg \rangle$ для каждого из этих графов равны 19 и 7.6 соответственно. На рис. 2 видно, что средняя степень узла при увеличении параметра k как раз стремится к этим значениям. Это значит, что чем больше было уничтожено узлов k , тем больше конечный отказоу-

стойчивый граф приближается к начальному.

Помимо этого, на рис. 2 отображено время работы алгоритма t в зависимости от k , которое показывает как долго исполнялся алгоритм для каждого значения k , при этом алгоритм исполнялся при помощи параллельных вычислений на 4 ядрах.

Таблица 2. Сравнение маршрутизации при различных вероятностях существования узлов при $n=10, k=1$
Table 2. Comparison of routing for different probabilities of node existence with $n=10, k=1$

Город (из)	Город (в)	Приоритет	Город (в)	Приоритет
$n=10, k=1$	Вероятности=[1,1,1,1,1,1,1,1,1,1]		Вероятности=[0.865, 0.8515, 0.94, 0.856, 0.9685, 0.8725, 0.919, 0.994, 0.9235, 0.892, 0.9265]	
Выборг(0)	Сланцы(1)	0.80	Сланцы(1)	0.69
	Сосновый Бор(2)	0.80	Сосновый Бор(2)	0.67
	Сясьстрой(3)	0.80	Сясьстрой(3)	0.65
	Светогорск(4)	0.80	Светогорск(4)	0.64
	Подпорожье(5)	0.80	Подпорожье(5)	0.64
	Тихвин(6)	0.80	Тихвин(6)	0.62
	Сясьстрой(7)	0.80	Сясьстрой(7)	0.60
	Волхов(8)	0.80	Волхов(8)	0.59
	Кириши(9)	0.80	Кириши(9)	0.59
...				
Кириши(9)	Выборг(0)	0.80	Выборг(0)	0.62
	Сланцы(1)	0.10	Сланцы(1)	0.08

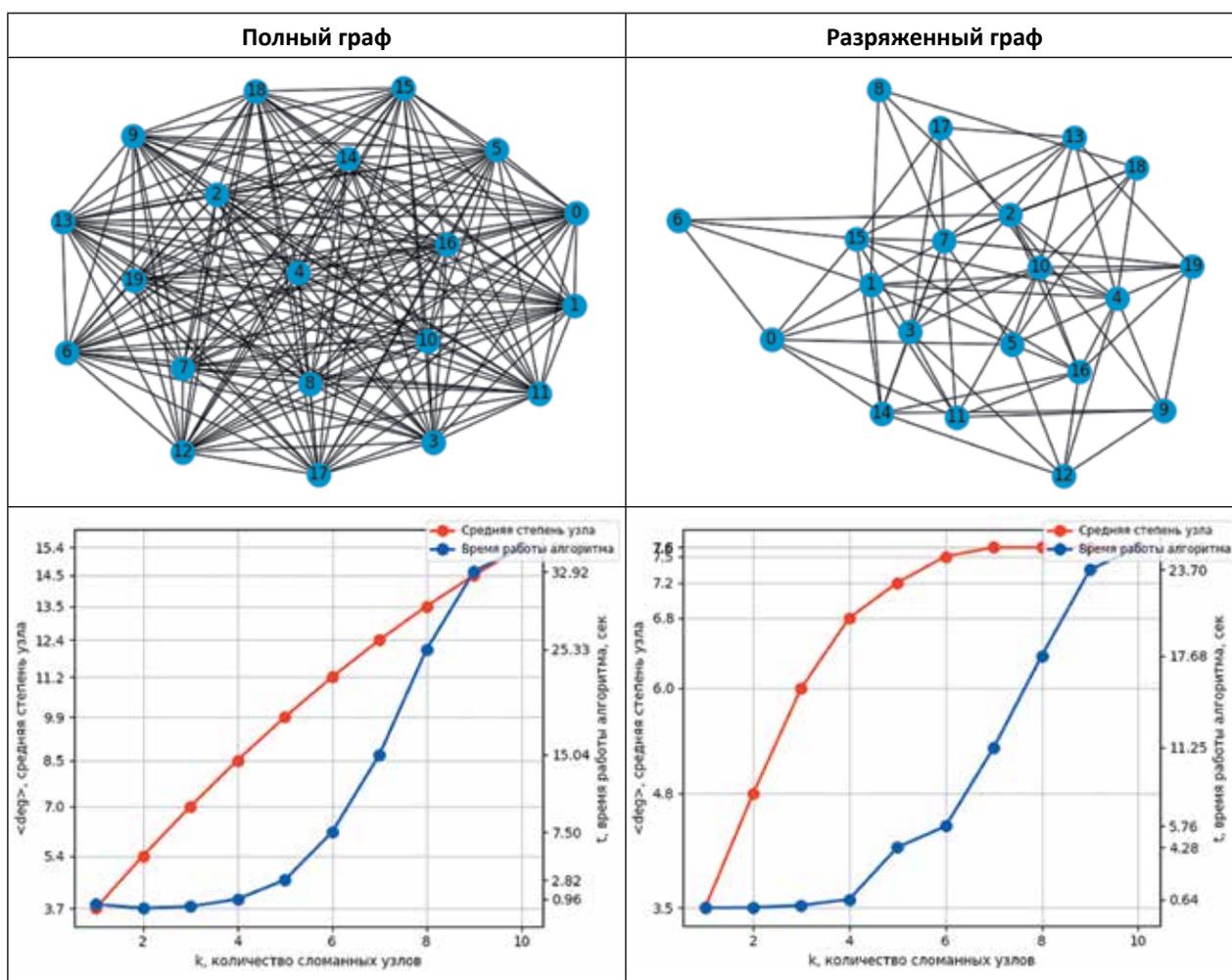


Рис. 2. Результаты работы алгоритма для полного и разреженного графа
Fig. 2. Results of the algorithm for a complete and sparse graph

3.2. Псевдокод

Входящими параметрами функции вычисления объединения остовных деревьев являются: *graph* — начальный граф G , k — количество вышедших из строя узлов. На основе количества узлов в графе и количества вышедших из строя узлов высчитываются все возможные комбинации, после чего строится начальное MST на основе первой комбинации из всех возможных, и это MST считается гло-

бальным в рамках функции. Далее для каждой оставшейся комбинации строится MST и осуществляется проверка того, что ребра построенного MST входят в глобальное. При совпадении ребер с глобальным MST к весам ребер глобального прибавляется 1, иначе ребрам вычисленного ставится значение 1. После этого глобальное MST обновляется путем комбинирования себя самого с вычисленным.

```
function umst(graph, k):
  n = number of nodes in graph
  combinations = all combinations of n nodes taken k at a time
  span_tree = minimum spanning tree of graph with first k nodes removed
  set all edge weights in span_tree to 1
  for each combination of nodes in combinations:
    cur_span_tree = minimum spanning tree of graph with removed nodes
    for each edge in cur_span_tree:
      if edge is in span_tree:
        increment weight of edge in span_tree by 1
      else:
        set weight of edge in cur_span_tree to 1
    span_tree = combine cur_span_tree and span_tree
  return span_tree
```

Рис. 3. Псевдокод алгоритма

Fig. 3. Algorithm pseudocode

4. Особенности прикладного применения

На примере сравнения узлов в виде городов Европы, представленных в табл. 3, можно видеть, как меняется построение маршрутизации при сохранении порядка узлов и изменение их мощностей с $[1,1,1,1,1,1]$ на $[1,2,1,3,1,4,1]$. В первом

случае у всех узлов была идентичная мощность и на результат маршрутизации влияла только вероятность существования ребра P_e , во втором же случае маршрутизация была перестроена и больший приоритет был отдан второму узлу, нежели первому, то есть ребра в маршрутизации изменились следующим образом $(1,3) \rightarrow (2,3)$ и $(1,5) \rightarrow (2,5)$.

Таблица 3. Сравнение отображений графов с различной мощностью при 7 узлах и 1 уничтоженном узле

Table 3. Comparison of graph mappings with different cardinality with 7 nodes and 1 destroyed node

Ребра начального графа	[(0, 1), (0, 2), (0, 3), (0, 4), (0, 5), (0, 6), (1, 2), (1, 3), (1, 4), (1, 5), (1, 6), (2, 3), (2, 4), (2, 5), (2, 6), (3, 4), (3, 5), (3, 6), (4, 5), (4, 6), (5, 6)]	
Порядок узлов	Nicosia, Dublin, Oslo, Lisbon, Moscow, Rome, Berlin	
Мощности	[1,1,1,1,1,1,1]	[1,2,1,3,1,4,1]
Ребра UMST подграфа с вероятностями	(0,1): 0.71, (0,2): 0.71, (0,3): 0.71, (0,4): 0.71, (0,5): 0.71, (0,6): 0.71, (1,2): 0.14, (1,3): 0.14 , (1,4): 0.14, (1,5): 0.14 , (1,6): 0.14	(0,1): 0.71, (0,2): 0.71, (0,3): 0.71, (0,4): 0.71, (0,5): 0.71, (0,6): 0.71, (1,2): 0.14, (1,4): 0.14, (1,6): 0.14, (2,3): 0.14 , (2,5): 0.14
Отображение графов		

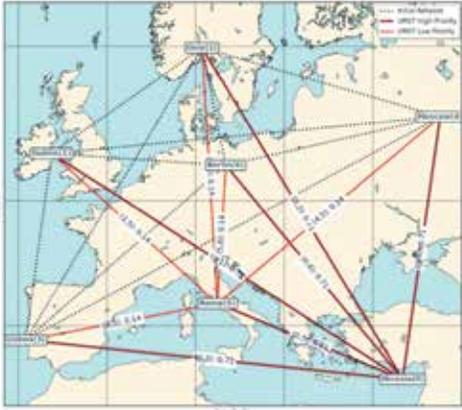
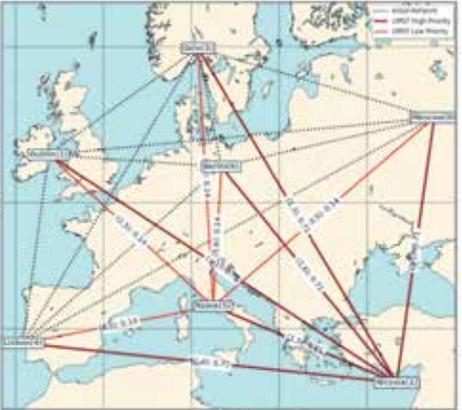
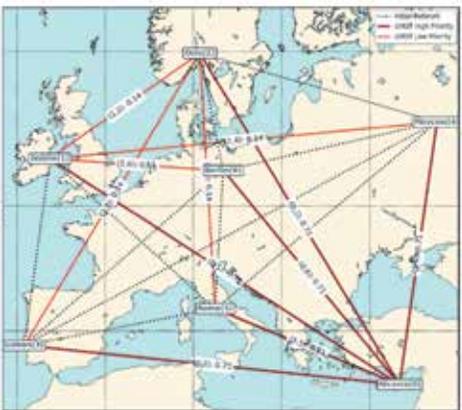
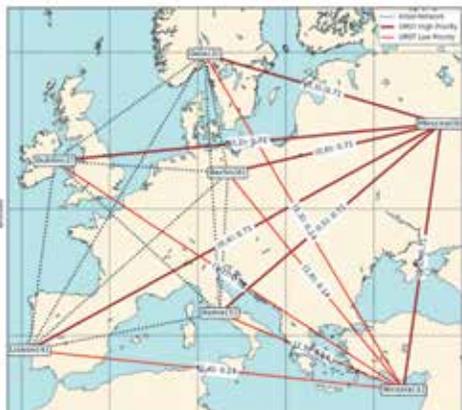
В табл. 4 приведено влияние изменений порядка узлов при одинаковых мощностях. В первом случае (при мощностях узлов 1,5,7,9,6,4,8), хотя порядок узлов и был изменен, проекция графа на карту не изменилась, в отличие от второго случая (при мощностях 1,2,1,3,1,4,1), в котором проекция изменилась. Это связано с тем, что городам были присвоены другие номера узлов, по факту конечный граф остался прежним.

5. Развитие алгоритма

Стоит рассмотреть подход поиска минимального дерева в работе [7], в которой авторы используют расширенную формулировку поиска MST для получения последовательности релаксаций QMSTP (квадратичного минимального остовного дерева), которые имеют полиномиальное количество ограничений и могут быть эффективно решены с помощью алгоритма секущей плоскости.

Таблица 4. Сравнение отображений графов с различным порядком узлов при 7 узлах и 1 уничтоженном узле

Table 4. Comparison of graph mappings with different orders of nodes with 7 nodes and 1 destroyed node

Ребра начального графа	[(0, 1), (0, 2), (0, 3), (0, 4), (0, 5), (0, 6), (1, 2), (1, 3), (1, 4), (1, 5), (1, 6), (2, 3), (2, 4), (2, 5), (2, 6), (3, 4), (3, 5), (3, 6), (4, 5), (4, 6), (5, 6)]	
Порядок узлов	Nicosia, Dublin, Oslo, Lisbon, Moscow, Rome, Berlin	Moscow, Nicosia, Dublin, Oslo, Lisbon, Rome, Berlin
Мощности	Nicosia=1, Dublin=5, Oslo=7, Lisbon=9, Moscow=6, Rome=4, Berlin=8 [1,5,7,9,6,4,8]	
Ребра УМСТ подграфа с вероятностями	(0,1): 0.71, (0,2): 0.71, (0,3): 0.71, (0,4): 0.71 , (0,5): 0.71, (0,6): 0.71 , (1,5): 0.14, (2,5): 0.14, (3,5): 0.14, (4,5): 0.14, (5,6): 0.14	(0,1): 0.71, (0,5): 0.14, (1,2): 0.71, (1,3): 0.71, (1,4): 0.71 , (1,5): 0.71, (1,6): 0.71 , (2,5): 0.14, (3,5): 0.14, (4,5): 0.14, (5,6): 0.14
Отображение графов		
Мощности	Nicosia=1, Dublin=2, Oslo=1, Lisbon=3, Moscow=1, Rome=4, Berlin=1 [1,2,1,3,1,4,1]	
Ребра УМСТ подграфа с вероятностями	(0,1): 0.71, (0,2): 0.71, (0,3): 0.71, (0,4): 0.71, (0,5): 0.71, (0,6): 0.71, (1,2): 0.14, (1,4): 0.14, (1,6): 0.14, (2,3): 0.14, (2,5): 0.14	(0,1): 0.71, (0,2): 0.71, (0,3): 0.71, (0,4): 0.71, (0,5): 0.71, (0,6): 0.71, (1,2): 0.14, (1,3): 0.14 , (1,4): 0.14, (1,5): 0.14 , (1,6): 0.14
Отображение графов		

6. Заключение

В работе сформулирована и решена задача построения маршрутизации для обеспечения отказоустойчивости сети связи. За основу алгоритма взято построение подграфа за счет объединения минимальных остовных деревьев и расчет вероятности существования ребра.

Алгоритм реализован и протестирован на основе нескольких наборов данных,

в частности для городов Ленинградской области и Европы. Также были описаны особенности прикладного применения разработанного алгоритма.

Алгоритм может использоваться для: (1) создания сетей SDN, (2) как виртуализированная сетевая функция (VNF). Также описано возможное дальнейшее развитие предложенного алгоритма.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no relevant conflict of interests.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Ma J., Ma J., Wei J. Robustness of probability routing strategy in interconnection networks. *Engineering Research Express*. 2024;6(2):025414. <https://doi.org/10.1088/2631-8695/ad4849>
2. Barabási A.-L. *Network Science*. Cambridge University Press, 2016. 475 p. ISBN-10:1107076269
3. Albert R., Barabasi A.-L. Statistical mechanics of complex networks. *Reviews of Modern Physics*. 2002;74(1):47. <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.74.47>
4. Smelyanskiy R., Shalimov A. (2018). *Big Data and Software Defined Networks*. Institution of Engineering and Technology (United Kingdom). 2018. <https://doi.org/10.1049/PBPC015E>
5. Синицын А. В., Синицын А. А., Жаворонкова О. Г. Алгоритм построения оптимальной маршрутизации для отказоустойчивой сети связи. *Информатизация и связь*, 2023;(5):49–56. <https://doi.org/10.34219/2078-8320-2023-14-5-49-56>
Sinitsyn A. V., Sinitsyn A. A., Zhavoronkova O. G. Algorithm for building optimal routing for a reliable communication network. *Informatization and Communication*. 2023;(5):49–56. (In Russ.). <https://doi.org/10.34219/2078-8320-2023-14-5-49-56>
6. Belkacem, Salima Nait and Abbas, Moncef (2022). New Algorithm Permitting the Construction of an Effective Spanning Tree. *Foundations of Computing and Decision Sciences*, vol.48, no.3, 2023, pp. 313–329. <https://doi.org/10.2478/fcds-2023-0012>
7. Sotirov R., Verchére Z. The quadratic minimum spanning tree problem: lower bounds via extended formulations. *Vietnam Journal of Mathematics*. 2024. <https://doi.org/10.1007/s10013-024-00694-y>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр Владимирович СИНИЦЫН, к.ф.-м.н., заведующий кафедрой, доцент кафедры информационных процессов и систем, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА — Российский технологический университет» (ПТУ МИРЭА), 119454, Москва, проспект Вернадского, 78, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7392-1837>; website: <http://alexander.sinitsyn.info>; e-mail: alexander@initsyn.info;

Глеб Олегович СОРОКИН, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА — Российский технологический университет», (ПТУ МИРЭА), 119454, Москва, проспект Вернадского, 78, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1755-0193>; e-mail: sorokinglebw@yandex.ru;

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alexander Vladimirovich SINITSYN, Ph.D., Head of Department, Associate Professor of the Department of Information Processes and Systems, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “MIREA — Russian Technological University” (RTU MIREA), 119454, Moscow, Vernadsky Avenue, 78, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7392-1837>; website: <http://alexander.sinitsyn.info>; e-mail: alexander@initsyn.info

Gleb Olegovich SOROKIN, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “MIREA — Russian Technological University”, (RTU MIREA), 119454, Moscow, Vernadskogo Avenue, 78, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1755-0193>; e-mail: sorokinglebw@yandex.ru

Поступила в редакцию / Received 31.05.2024



Подписано в печать.
Печать офсетная
Тираж 500 экз.

Адрес редакции: 125252, Россия, Москва, ул. Куусинена, д. 21-Б

Типография АО «Т8 Издательские Технологии»,
Адрес типографии: 109316, Россия, Москва, Волгоградский пр-т, д. 42, корп. 5.