

Print ISSN 1991-6639

Online ISSN 2949-1940

Том 26 № 3



2024

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

**ИЗВЕСТИЯ  
КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО  
НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН**



DOI: 10.35330/1991-6639

Подписной индекс 20145

12+

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр  
«Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук» (КБНЦ РАН)

Научный журнал

**ИЗВЕСТИЯ  
КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО  
НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН**

**Том 26 № 3 2024**

Сквозной номер выпуска – 119

Журнал основан в 1998 г. Выходит 6 раз в год

ISSN 1991-6639 (печатная версия), ISSN 2949-1940 (электронная версия)

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-14936 от 20 марта 2003 г. выдано Министерством  
Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

360010, Российская Федерация, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2  
Тел., факс: 8(8662)72-04-87, e-mail: ired07@mail.ru

---

© КБНЦ РАН, 2024

Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation  
Federal State Budgetary Scientific Establishment “Federal Scientific Center  
“Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences” (KBSC RAS)

Science journal

**NEWS  
OF THE KABARDINO-BALKARIAN  
SCIENTIFIC CENTER OF RAS**

**Vol. 26 No. 3 2024**

Continuous issue number – 119

The journal was founded in 1998, 6 issues per year

ISSN 1991-6639 (print), ISSN 2949-1940 (online)

Certificate of registration PI No. 77-14936 March 20, 2003 issued by the Ministry  
of Russian Federation of Press, Broadcasting and Mass Communications

ADDRESS OF THE EDITORIAL OFFICE:

360010, Russian Federation, Kabardino-Balkarian, Nalchik, 2 Balkarov street  
Tel., fax: 8(8662) 72-04-87, e-mail: ired07@mail.ru

---

© KBSC RAS, 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

---

---

*Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН Том 26 № 3 2024*

---

---

**Редакционная коллегия** ..... 5

---

### **Информационные технологии и телекоммуникации**

#### **Системный анализ, управление и обработка информации**

Прогнозирование урожайности зеленых культур на основе мониторинга морфометрических параметров посредством машинного зрения и нейронных сетей  
*М. А. АСТАПОВА, М. Ю. УЗДЯЕВ, В. М. КОНДРАТЬЕВ* ..... 11

Разработка сервиса коротких мультязычных переводов на основе распределенной системы обработки аннотированной информации  
*К. Ф. КРАЙ, А. З. ЭНЕС* ..... 21

#### **Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами**

Автоматическая калибровка лазерно-сканаторной системы с использованием внешней камеры  
*Ю. Д. ШМЕЛЕВ* ..... 32

Эффективность подхода «Архитектура как код» в управлении ИТ-архитектурой предприятия  
*М. А. ШМОНИН* ..... 42

#### **Информатика и информационные процессы**

Разработка сервиса прогнозирования трудоустройства студентов  
*К. Ч. БЖИХАТЛОВ, А. Д. МУТЛУ, Л. С. МАНГУШЕВА* ..... 55

Концепция интеллектуальной системы моделирования экономического развития региона  
*И. А. БЛИЕВ, К. Ч. БЖИХАТЛОВ* ..... 68

Обзор пищевой аллергии и информационных систем для анализа меню как инструмента контроля пищевых аллергенов  
*С. В. КОРШИКОВ* ..... 82

Информационное обеспечение процессов обработки данных устройств интернета вещей в автоматизированной информационной системе экомониторинга  
*Н. Н. СМЕРНОВ, А. С. КУЗНЕЦОВ* ..... 92

---

### **Агрономия, лесное и водное хозяйство**

#### **Общее земледелие и растениеводство**

Корреляционная связь между хозяйственно полезными признаками у линий сахарной кукурузы  
*Е. Ф. СОТЧЕНКО, Е. А. КОНАРЕВА* ..... 103

---

## **Экономика**

### **Региональная и отраслевая экономика**

Отечественный и зарубежный опыт агропромышленной интеграции <i>В. З. МАЗЛОЕВ, Е. В. БИДЕЕВА</i> .....	112
--	-----

---

## **Исторические науки**

Отчеты начальника Терской области как источники по изучению вопросов обеспечения населения Нальчикского округа продовольствием в 1889–1905 гг. <i>Е. А. АНИЩЕНКО</i> .....	127
---	-----

Традиционные институты регулирования поземельных и некоторых имущественных отношений у балкарского населения Нальчикского округа в последней трети XIX – начале XX в.: историографический обзор <i>А. Ж. БАЙЧЕКУЕВА</i> .....	135
--	-----

---

## **Филология**

Спортивная терминология современного карачаево-балкарского языка <i>М. З. УЛАКОВ, Л. Х. МАХИЕВА</i> .....	142
--	-----

---

## **Юбиляры**

<i>Х. Ш. ТАРЧОКОВ</i> .....	150
-----------------------------	-----

---

<b>Правила для авторов журнала</b> .....	152
--	-----

---

---

# CONTENTS

---

---

*News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS Vol. 26 No. 3 2024*

---

---

<b><u>Editorial Board</u></b> .....	5
-------------------------------------	---

---

## **Information Technologies and Telecommunications**

### **System analysis, management and information processing**

Prediction the yield of green crops based on monitoring morphometric parameters using machine vision and neural networks <i>M.A. ASTAPOVA, M.Yu. UZDIAEV, V.M. KONDRATYEV</i> .....	11
--	----

Development of a short bilingual translation service based on a distributed annotated information processing system <i>K.F. KRAI, A.Z. ENES</i> .....	21
--	----

### **Automation and control of technological processes and productions**

Automatic calibration of the laser-scanner system using an external camera <i>Yu.D. SHMELEV</i> .....	32
--	----

Effectiveness of the “Architecture as code” approach in management of IT-architecture of an enterprise <i>M.A. SHMONIN</i> .....	42
---	----

### **Informatics and information processes**

Development of a student employment forecasting service <i>K.Ch. BZHIKHATLOV, A.D. MUTLU, L.S. MANGUSHEVA</i> .....	55
--	----

The concept of an intelligent system for modeling economic development of the region <i>I.A. BLIEV, K.Ch. BZHIKHATLOV</i> .....	68
--	----

A review of food allergy and information systems for menu analysis as a tool for food allergen control <i>S.V. KORSHIKOV</i> .....	82
---	----

Information support of data processing operations of Internet of things devices in automated information eco-monitoring system <i>N.N. SMIRNOV, A.S. KUZNETSOV</i> .....	92
---	----

---

## **Agronomy, Forestry and Water Management**

### **General farming and crop production**

Correlation between economically useful traits in sugar corn lines <i>E.F. SOTCHENKO, E.A. KONAREVA</i> .....	103
--	-----

---

## **Economy**

### **Regional and sectoral economics**

Domestic and foreign experience of agro-industrial integration <i>V.Z. MAZLOEV, E.V. BIDEEVA</i> .....	112
---	-----

---

## **Historical Sciences**

Reports of the head of the Terek region as sources for studying issues of providing the population of the Nalchik district with food in 1889-1905 <i>E.A. ANISHCHENKO</i> .....	127
--	-----

Traditional institutions of regulation of land and some property relations among the balkarian population of the Nalchik district in the last third of the XIX – early XX century: a historiographical review <i>A.Z. BAICHEKUEVA</i> .....	135
--	-----

---

## **Philology**

Sports terminology of modern the Karachay-Balkar language <i>M.Z. ULAKOV, L.Kh. MAKHIEVA</i> .....	142
---	-----

---

## **Anniversaries**

<i>Kh.Sh. TARCHOKOV</i> .....	150
-------------------------------	-----

---

<b>Publishing regulations for the authors</b> .....	152
---	-----

---

---

---

---

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

---

---

**Главный редактор:**

**Иванов Петр Мацович**, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Кабардино-Балкарский научный центр РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

**Заместитель главного редактора:**

**Улаков Махти Зейтунович**, доктор филологических наук, профессор, Институт гуманитарных исследований – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

**Ответственный секретарь:**

**Энеева Лиана Магометовна**, кандидат физико-математических наук, Институт прикладной математики и автоматизации – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

**Члены редакционной коллегии:**

**Абазов Алексей Хасанович**, доктор исторических наук, Институт гуманитарных исследований – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

**Адуков Рухман Хасанович**, доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства, Москва, Россия

**Алтухов Анатолий Иванович**, академик РАН, доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства, Москва, Россия

**Амирханов Хизри Амирханович**, академик РАН, доктор исторических наук, профессор, Институт истории, археологии и этнографии Дагестанского федерального исследовательского центра РАН, Махачкала, Республика Дагестан, Россия

**Бабенко Людмила Клементьевна**, доктор технических наук, профессор, Таганрогский технологический институт ЮФУ, Таганрог, Россия

**Барыкин Сергей Евгеньевич**, доктор экономических наук, доцент, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Высшая школа сервиса и торговли, Санкт-Петербург, Россия

**Бижоев Борис Чамалович**, доктор филологических наук, Институт гуманитарных исследований – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

**Гужежев Владимир Мицахович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Институт сельского хозяйства – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

**Дзамихов Касболат Фицевич**, доктор исторических наук, профессор, Институт гуманитарных исследований – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

**Дзюба Владимир Алексеевич**, доктор биологических наук, профессор, неаффилированный автор, Краснодар, Россия

**Дохолян Сергей Владимирович**, доктор экономических наук, профессор, Федеральный научно-исследовательский социологический центр РАН, Москва, Россия

**Завалин Алексей Анатольевич**, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ВНИИ агрохимии им. Д. Н. Прянишникова, Москва, Россия

**Закшевский Василий Георгиевич**, академик РАН, доктор экономических наук, профессор, Научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса Центрально-Черноземного района РФ, Воронеж, Россия

**Иванов Анатолий Беталович**, доктор биологических наук, профессор, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

**Кибиров Алихан Яковлевич**, доктор экономических наук, профессор, Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства, Москва, Россия

**Клейнер Георгий Борисович**, член-корреспондент РАН, доктор экономических наук, профессор, Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, Россия

**Комков Николай Иванович**, доктор экономических наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, Санкт-Петербург, Россия

**Котляков Владимир Михайлович**, академик РАН, доктор географических наук, профессор, Институт географии РАН, Москва, Россия

**Кузьминов Валерий Васильевич**, доктор физико-математических наук, Баксанская нейтринная обсерватория – центр коллективного пользования Института ядерных исследований РАН, Нейтрино, Приэльбрусье, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

**Курсаев Анатолий Георгиевич**, доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Владикавказский научный центр РАН, Владикавказ, РСО–Алания, Россия

**Мазлоев Виталий Зелимханович**, доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства, Москва, Россия

**Малкандуев Хамид Алиевич**, доктор сельскохозяйственных наук, Институт сельского хозяйства – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

**Мамбетова Фатимат Абдуллаховна**, доктор экономических наук, доцент, Институт информатики и проблем регионального управления – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

**Маслиенко Любовь Васильевна**, доктор биологических наук, Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В. С. Пустовойта, Краснодар, Россия

**Матишов Геннадий Григорьевич**, академик РАН, доктор географических наук, профессор, Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону, Россия

**Махашева Салима Александровна**, доктор экономических наук, Институт информатики и проблем регионального управления – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

**Нагоев Залимхан Вячеславович**, кандидат технических наук, Кабардино-Балкарский научный центр РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

**Нечаев Василий Иванович**, доктор экономических наук, профессор, Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства, Москва, Россия

**Попков Юрий Соломонович**, академик РАН, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление», Москва, Россия

**Псху Арсен Владимирович**, доктор физико-математических наук, доцент, Институт прикладной математики и автоматизации – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

**Пшихопов Вячеслав Хасанович**, доктор технических наук, профессор, Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

**Рехвиашвили Серго Шотович**, доктор физико-математических наук, Институт прикладной математики и автоматизации – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

**Савин Игорь Юрьевич**, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Российский университет дружбы народов, департамент рационального природопользования Института экологии, Москва, Россия

**Семин Александр Николаевич**, академик РАН, доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Уральский государственный университет, Институт мировой экономики, Екатеринбург, Россия

**Симаков Евгений Алексеевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха, Москва, Россия

**Скляров Игорь Юрьевич**, доктор экономических наук, профессор, Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия

**Склярова Юлия Михайловна**, доктор экономических наук, профессор, Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия

**Стемпковский Александр Леонидович**, академик РАН, доктор технических наук, профессор, Институт проблем проектирования в микроэлектронике РАН, Москва, Россия

**Супрунов Анатолий Иванович**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко, Краснодар, Россия

**Темботова Фатимат Асланбиевна**, член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, профессор, Институт экологии горных территорий им. А. К. Темботова РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

**Трамова Азиза Мухамадияевна**, доктор экономических наук, доцент, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, Москва, Россия

**Филюшин Михаил Александрович**, кандидат биологических наук, Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН, Москва, Россия

**Чочаев Алим Хусеевич**, доктор экономических наук, профессор, Федеральное государственное унитарное предприятие «Агронаучсервис», Москва, Россия

**Шевхужев Анатолий Фоадович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Россия

**Шогенов Юрий Хасанович**, академик РАН, доктор технических наук, Отделение сельскохозяйственных наук РАН, Москва, Россия

**Юсупов Рафаэль Мидхатович**, член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Санкт-Петербургский институт информатики РАН, Санкт-Петербург, Россия

**Янбых Рената Геннадьевна**, член-корреспондент РАН, доктор экономических наук, доцент, профессор РАН, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия

---

---

EDITORIAL BOARD

---

---

**Editor in chief:**

**Petr M. Ivanov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Merited Scientist of the Russian Federation, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

**Deputy editor in chief:**

**Makhti Z. Ulakov**, Doctor of Philology, Professor, Institute for Humanitarian Research – branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

**Responsible secretary:**

**Liana M. Eneeva**, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Institute of Applied Mathematics and Automation – branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

**Members of the Editorial Board:**

**Aleksey Kh. Abazov**, Doctor of Historical Sciences, Institute for Humanitarian Research – branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

**Rukhman Kh. Adukov**, Doctor of Economics, Professor, Merited Scientist of the Russian Federation, Federal Research Center for Agricultural Economics and Social Development of Rural Territories – All-Russian Research Institute of Economics of Agriculture, Moscow, Russia

**Anatoly I. Altukhov**, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economics, Professor, Merited Scientist of the Russian Federation, Federal Research Center for Agricultural Economics and Social Development of Rural Territories – All-Russian Research Institute of Economics of Agriculture, Moscow, Russia

**Khizri A. Amirkhanov**, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Historical Sciences, Professor, Institute of History, Archeology and Ethnography of the Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russia

**Lyudmila K. Babenko**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Taganrog Institute of Technology, Southern Federal University, Taganrog, Russia

**Sergey E. Barykin**, Doctor of Economics, Associate Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Higher School of Service and Trade, St. Petersburg, Russia

**Boris Ch. Bizhoyev**, Doctor of Philology, Institute for Humanitarian Research – branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

**Vladimir M. Gukezhev**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Institute of Agriculture – branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

**Kasbolat F. Dzamikhov**, Doctor of Historical Sciences, Professor, Institute for Humanitarian Research – branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

**Vladimir A. Dzyuba**, Doctor of Biological Sciences, Professor, nonaffiliated author, Krasnodar, Russia

**Sergey V. Dokholyan**, Doctor of Economics, Professor, Federal Center of Theoretical and Applied Sociology of RAS, Moscow, Russia

**Aleksey A. Zavalin**, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov, Moscow, Russia

**Vasily G. Zakshevsky**, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economics, Professor, Research Institute for Economics and Organization of the Agro-Industrial Complex of the Central Black Earth Region of the Russian Federation, Voronezh, Russia

**Anatoly B. Ivanov**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

**Alikhan Ya. Kibirov**, Doctor of Economics, Professor, Federal Scientific Center for Agricultural Economics and Social Development of Rural Territories – All-Russian Research Institute of Agricultural Economics, Moscow, Russia

**Georgy B. Kleiner**, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economics, Professor, Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Nikolai I. Komkov**, Doctor of Economics, Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Institute of Economic Forecasting of RAS, St. Petersburg, Russia

**Vladimir M. Kotlyakov**, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Valery V. Kuzminov**, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Baksan Neutrino Observatory – center of collective use of Institute for Nuclear Research, Neutrino, Elbrus region, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

**Anatoly G. Kusraev**, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Merited Scientist of the Russian Federation, Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Vladikavkaz, North Ossetia – Alania, Russia

**Vitaly Z. Mazloev**, Doctor of Economics, Professor, Merited Scientist of the Russian Federation, Federal Research Center for Agrarian Economics and Social Development of Rural Territories – All-Russian Research Institute of Agricultural Economics, Moscow, Russia

**Khamid A. Malkanduev**, Doctor of Agricultural Sciences, Institute of Agriculture – branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

**Fatimat A. Mambetova**, Doctor of Economics, Associate Professor, Institute of Informatics and Regional Management Problems – branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

**Lyubov V. Maslienko**, Doctor of Biological Sciences, All-Russian Research Institute of Oilseeds named after V.S. Pustovoit, Krasnodar, Russia

**Gennady G. Matishov**, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Geography, Professor, Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia

**Salima A. Makhosheva**, Doctor of Economics, Institute of Informatics and Regional Management Problems – branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

**Zalimkhan V. Nagoev**, Candidate of Technical Sciences, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

**Vasily I. Nechaev**, Doctor of Economics, Professor, Federal Research Center for Agrarian Economics and Social Development of Rural Territories – All-Russian Research Center Institute of Agricultural Economics, Moscow, Russia

**Yuri S. Popkov**, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Merited Scientist of the Russian Federation, Federal Research Center “Informatics and Control”, Moscow, Russia

**Arsen V. Pskhu**, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Institute of Applied Mathematics and Automation – branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

**Vyacheslav Kh. Pshikhopov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

**Sergo Sh. Rekhviashvili**, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Institute of Applied Mathematics and Automation – Branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

**Igor Yu. Savin**, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Peoples Friendship University of Russia, Department of Environmental Management of the Institute of Ecology, Moscow, Russia

**Alexander N. Semin**, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economics, Professor, Ural State University, Institute of World Economy, Department of Strategic and Production Management, Ekaterinburg, Russia

**Evgeny A. Simakov**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, All-Russian Research Institute of Potato Economy named after A.G. Lorkh, Moscow, Russia

**Igor Yu. Sklyarov**, Doctor of Economics, Professor, Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia

**Yulia M. Sklyarova**, Doctor of Economics, Professor, Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia

**Alexander L. Stempkovsky**, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute for Design Problems in Microelectronics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Anatoly I. Suprunov**, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, National Grain Center named after P.P. Lukyanenko, Krasnodar, Russia

**Fatimat A. Tembotova**, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Professor, Institute of Ecology of Mountain Territories named after A.K. Tembotov of RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

**Aziza M. Tramova**, Doctor of Economics, Associate Professor, Russian University of Economics named after G.V. Plekhanov, Moscow, Russia

**Mikhail A. Filyushin**, Candidate of Biological Sciences, Federal Research Center “Fundamental Foundations of Biotechnology” of RAS, Moscow, Russia

**Alim Kh. Chochev**, Doctor of Economics, Professor, Federal State Unitary Enterprise “Agronauchservis”, Moscow, Russia

**Anatoly F. Shevkhuzhev**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Mikhailovsk, Russia

**Yuri Kh. Shogenov**, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Rafael M. Yusupov**, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, St. Petersburg Institute of Informatics of RAS, St. Petersburg, Russia

**Renata G. Yanbykh**, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economic Sciences, Professor, HSE University, Moscow, Russia

## Прогнозирование урожайности зеленых культур на основе мониторинга морфометрических параметров посредством машинного зрения и нейронных сетей

М. А. Астапова<sup>1</sup>, М. Ю. Уздяев<sup>1</sup>, В. М. Кондратьев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук  
199178, Россия, Санкт-Петербург, 14-я линия Васильевского острова, 39

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный аграрный университет  
196601, Россия, Санкт-Петербург, Пушкин, Петербургское шоссе, 2

**Аннотация.** Средства искусственного интеллекта и технического зрения играют важную роль в автоматическом определении стадий роста растений. Исследование направлено на изучение современных технологий для автоматического анализа и измерения характеристик растений, таких как высота, площадь листьев и другие морфометрические параметры. В данной статье рассматривается применение машинного зрения и нейронных сетей для мониторинга морфометрических параметров и прогнозирования урожайности зеленых культур. Разработан алгоритм определения стадий роста салата, который осуществляет сбор данных о растениях с помощью мультиспектральной камеры, а затем анализирует полученную информацию с использованием нейронных сетей. Обучение классификации стадий роста выполнялось на подвыборке исходного датасета, состоящей из 273 случайно отобранных изображений с соблюдением баланса классов (91 изображение в каждом классе). Размер обучающей выборки для каждого класса – 45 изображений и размер тестовой выборки – 46 изображений для каждого класса. Классификация стадий роста показала высокие результаты: более 95 % верно распознанных экземпляров; более 93 % верных распознаваний отдельных стадий роста. По отдельным метрикам (Precision, Recall, F1-score) лучше всего себя показала архитектура ResNet34.

**Ключевые слова:** техническое зрение, нейронные сети, прогнозирование урожайности, автоматизация производства

Поступила 02.05.2024, одобрена после рецензирования 06.05.2024, принята к публикации 15.05.2024

**Для цитирования.** Астапова М. А., Уздяев М. Ю., Кондратьев В. М. Прогнозирование урожайности зеленых культур на основе мониторинга морфометрических параметров посредством машинного зрения и нейронных сетей // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 3. С. 11–20. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-11-20

MSC: 68T10; 68T45

Original article

## Prediction the yield of green crops based on monitoring morphometric parameters using machine vision and neural networks

M.A. Astapova<sup>1</sup>, M.Yu. Uzdiaev<sup>1</sup>, V.M. Kondratyev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences  
199178, Russia, St. Petersburg, 39, 14th line of Vasilyevsky island

<sup>2</sup>St. Petersburg State Agrarian University  
196601, Russia, St. Petersburg, Pushkin, 2 Peterburgskoe highway

**Abstract.** Artificial intelligence (AI) and computer vision tools play an important role in automatically determining plant growth stages. The study aims to analyze modern technologies for automatic analysis and measurement of plant characteristics such as height, leaf area and other morphometric parameters. This article discusses the use of computer vision and neural networks for monitoring morphometric parameters and predicting the yield of green crops. An algorithm has been developed for determining the growth stage, which collects data about plants using a multispectral camera and then analyzes the obtained information using neural networks. Training for growth stage classification was performed on a subsample of the original dataset, consisting of 273 randomly selected images maintaining class balance (91 images in each class). The training sample size for each class is 45 images, and the test sample size is 46 images for each class. Classification of growth stage showed high results: more than 95% of correctly recognized specimens; more than 93% correct recognition of individual growth stages. In terms of individual metrics (Precision, Recall, F1-score), the ResNet34 architecture performed best.

**Keywords:** technical vision, neural networks, yield prediction, production automation

Submitted 02.05.2024,

approved after reviewing 06.05.2024,

accepted for publication 15.05.2024

**For citation.** Astapova M.A., Uzdiaev M.Yu., Kondratyev V.M. Prediction the yield of green crops based on monitoring morphometric parameters using machine vision and neural networks. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. Vol. 26. No. 3. Pp. 11–20. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-11-20

## ВВЕДЕНИЕ

Согласно экспертным оценкам, сельскохозяйственным организациям приходится принимать до 50 различных управленческих решений в ограниченные промежутки времени [1]. На сегодняшний день применение технического зрения и нейронных сетей для целей мониторинга состояния и аналитики растений находит широкое применение в современном сельском хозяйстве [2–4]. Совершенствование сельскохозяйственных культур часто ограничено скоростью получения больших объемов фенотипической информации. Поэтому все чаще требуется разработка методов высокопроизводительного фенотипирования сельскохозяйственных культур, особенно для сокращения ручного труда в различных условиях и лучшей характеристики фенотипов. Таким образом, подобные системы востребованы по причине повышения автоматизации производства. В последнее время основное внимание уделяется методам глубокого обучения для автоматического извлечения и использования ключевых функций из многочисленных изображений [5]. Создание таких алгоритмов и методов позволит определять стадии роста и параметрические характеристики растения. Показателями роста (морфометрические параметры) сельскохозяйственных и садовых культур являются высота, диаметр и площадь листьев, зеленая биомасса (сырой вес, сухой вес). Целью этой работы является создание алгоритма обработки мультиспектральных изображений для получения морфометрических параметров салата листового на основе технического зрения и нейронных сетей.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ И СОПУТСТВУЮЩИЕ РАБОТЫ

Салат является наиболее часто используемым листовым овощем, который широко выращивается во всем мире [6]. Как листовый овощ, имеющий большую экономическую ценность, салат можно собирать как на спелой, так и на ранней стадии роста [7]. Быстрый рост салата способствует получению листьев одинаковой формы, цвета и вкуса [8]. Таким образом, салат стал одним из основных видов овощей в растениеводстве из-за его короткого времени выращивания, одинаковой формы и спроса на рынке [9].

За последнее десятилетие сочетание изображений и методов машинного обучения для решения сельскохозяйственных проблем было одной из наиболее изученных областей циф-

рового сельского хозяйства [10]. Использование компьютерного зрения с методами глубокого обучения позволяет своевременно и правильно идентифицировать различные параметры салата: биомасса/сырой вес (fresh weight) [11, 12], высота салата [13], диаметр листьев [14], площадь листьев [15]. Прогнозирование урожайности салата также является важной задачей [16].

В статье [14] авторы разработали и оценили модель сверточной нейронной сети (CNN) с использованием изображений RGB и глубины для оценки свежего веса, сухого веса, высоты, диаметра и площади листьев салата, выращенного в тепличной гидропонной системе. Данные были собраны с помощью камеры Intel RealSense D415 (388 RGB-изображений). Разработанная модель имеет двухэтапную архитектуру CNN на основе слоев ResNet50V2. Модель обеспечивала коэффициенты определения от 0,88 до 0,95 с нормализованными среднеквадратичными ошибками 6,09; 6,30; 7,65; 7,92 и 5,62 % для свежего веса, сухого веса, высоты, диаметра и площади листьев соответственно на изображениях неизвестного салата-латука. Среднее время обработки каждого изображения салата с использованием разработанной модели CNN, запущенной на мини-ПК Jetson SUB, составило 0,83 с.

В статье [17] представлена оценка вегетативного роста растений салата-латука в аэропонной камере, где параметры развития корней и листьев были измерены у трех культур салата с помощью изображений, полученных в видимом, ближнем инфракрасном и дальнем инфракрасном спектрах. Морфометрические и тепловые параметры корней салата-латука (периметр, площадь, длина и средняя температура) и листьев (периметр, площадь и средняя температура) оценивались для каждой культуры в течение десяти сеансов получения изображений с помощью внедренной системы мультиспектрального зрения. Средние значения морфометрических параметров корней и листьев, полученные с помощью системы визуализации в течение всего периода выращивания салата, были статистически проанализированы с помощью теста Тьюки. Полученные средние значения массы свежего листа составили 102,5; 185,5 и 184,3 г для урожая 1, 2 и 3 соответственно. Анализ значимой разницы полученной средней свежей массы трех культур был проведен с помощью теста Тьюки для  $p \leq 0,05$ . Полученные результаты исследования позволяют предположить, что мультиспектральная обработка изображений является полезным неинвазивным инструментом для оценки параметров вегетативного роста корней и листьев аэропонных растений салата в теплице.

В статье [13] извлекается высота листьев салата из изображений RGB с использованием сетей распознавания изображений без калибровки камеры или эталонных объектов. Были выбраны четыре сети распознавания изображений с большими различиями в архитектуре, а именно MobileNetV1, DenseNet, ResNext и EfficientNet. На тестовом наборе, включающем 80 изображений высотой от 0,9 см до 7,5 см, авторы добились результата со средней абсолютной погрешностью 1,22 мм.

Авторы [18] предложили конвейер обработки изображений для оценки множества характеристик салата-латука (вес в свежем виде, сухой вес, высота растения, диаметр, площадь листьев). Авторы объединили DeepLabV3+ и MobileNetV2 для реализации высокоточной и быстрой сегментации салата-латука на сложных фонах и при освещении. Случайный лес (RF), частичная регрессия наименьших квадратов (PLSR) и метод опорных векторов были применены для прогнозирования множества признаков салата-латука и сравнивались для выбора оптимальной модели. Результаты показали, что DeepLabV3+ с Mobilenetv2 обладает наилучшей производительностью сегментации с точностью до пикселей 97,52 и 99,821 %, mIoU 88,661 и 98,517 %, а также скоростью сегментации 0,094 и 0,049 мс на изображение в двух наборах данных. PLSR показал самую высокую точность при прогнозировании веса в свежем виде, сухого веса, диаметра и площади листа, при этом  $R^2$  равны 0,898; 0,899; 0,931 и 0,904 соответственно. RF показал самую высокую точность прогнозирования высоты растений –  $R^2$ , равный 0,858.

В исследовании [11] анализируется способность двух методов обработки изображений – морфологического анализа и анализа значений пикселей – измерять сырой вес салата, выращенного в закрытой гидропонной системе. Изображения 82 образцов салата были получены с помощью цифровой камеры. Изображения в градациях серого использовались для морфологического анализа участков листа с помощью программы LabVIEW. Для разработки модели калибровки, которая связывает количество пикселей в образцах салата с их фактическим свежим весом (измеренным без корней с использованием цифровых весов), были использованы методы простой линейной регрессии и полиномиальной регрессии для определения моделей, объясняющих отношения между количеством пикселей в изображении и фактическим весом свежего салата. Точность модели оценивали путем сравнения новых весов, определенных калибровочной моделью и цифровыми весами, по коэффициенту детерминации ( $R^2$ ), стандартной ошибке калибровки (SEC) и стандартной ошибке прогноза (SEP). Значения коэффициентов детерминации ( $>0,93$ ) и стандартной ошибки прогнозирования (SEP) ( $<5$  г), полученные двумя разработанными моделями, означают, что методы обработки изображений могут точно оценить сырой вес каждого растения салата на стадии его роста.

В исследовании [15] предлагалось отслеживать рост салата в теплицах с помощью полкадровых изображений и глубокого обучения в режиме замедленной съемки сверху. Маска R-CNN была использована для автоматической сегментации области листьев салата-латука на изображении. Маска R-CNN состоит из базовой CNN, сети извлечения объектов, сети предложений по регионам (RPN), выравнивания по интересующей области (RoI), регрессии по ограничивающим рамкам, классификации объектов и прогнозирования по маске. ResNet-50 использовалась в качестве базового CNN. Авторы определяли скорость роста как площадь листьев салата в зависимости от времени. Экспериментальные результаты показали, что модель Mask R-CNN достигла точности 97,63 % при оценке площади листа.

Таким образом, достижения в области машинного зрения имеют большой потенциал для улучшения эффективности и устойчивости сельскохозяйственного производства. Несмотря на это, существует необходимость в разработке новых методов адаптации алгоритмов и сенсоров под различные условия и культуры, а также расширении наборов данных для обучения алгоритмов для достижения высокой точности и надежности систем машинного зрения. Кроме того, в приведенных работах рассматриваются способы оценки стадии созревания различных растений на оценке площади зеленой массы с последующим отображением полученных значений на соответствующие стадии роста. Первым важным недостатком такого подхода является необходимость дополнительно обосновывать отображения значений площади зеленой массы на определенную стадию роста салата. Кроме того, такой подход сопряжен с необходимостью трудоемкой разметки площадей зеленой массы на изображениях. Однако для оценки стадий роста салата в ходе мониторинга степени его созревания оказывается достаточной категориальная разметка изображений на отдельные стадии, выполненная экспертом-агрономом. Сами стадии роста салата являются устоявшимися категориями, которые имеют очерченные классификационные признаки. Категориальная разметка, помимо всего прочего, существенно ускоряет сам процесс разметки. В рамках данной работы выполняется сравнительное исследование распространенных нейросетевых алгоритмов классификации изображений стадий роста салата. При этом анализируются не только усредненные оценки эффективности классификации, как в большинстве представленных научных работ, но и более детальные оценки эффективности классификации для отдельных стадий роста, что позволяет определить, насколько равномерно алгоритмы способны распознавать рассматриваемые стадии роста.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор данных осуществлялся в лабораторных условиях. Выращенные растения салата помещались в определенном положении относительно стационарно установленной мультиспектральной камеры. Съемка осуществлялась на протяжении 30 дней с периодичностью два дня. На рис. 1 показана часть набора данных, размер изображений 1280×720 пикселей. Набор данных содержит 1180 изображений в видимом и инфракрасном спектрах.



*Рис. 1. Фрагмент набора данных*

*Fig. 1. Dataset fragment*

В рамках работы выполнялась категориальная разметка изображений, каждое из которых оценивалось на соответствие определенному классу стадии роста – всходы, рассада и первый настоящий лист; разметка выполнялась экспертом-агрономом на основании качественных визуальных признаков, характерных для каждой стадии роста. Полученный набор данных был разделен на обучающую и тестовую выборку. Процесс аннотации собранного набора данных был проведен в программе Labelme [19].

## ВЫБОР МЕТОДОВ, ТЕХНОЛОГИЙ И ИНСТРУМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Согласно проведенному обзору литературы для оценки классификации стадий роста салата были выбраны три распространенные нейросетевые архитектуры – VGG11 [20], ResNet34 [21], EfficientNetB0 [22]. Данные архитектуры показали свою эффективность в смежных задачах, таких как обнаружение и классификация болезней листьев растений [23], классификация уровней спелости масличной пальмы [24] и классификация фруктов [25].

Для оценки качества классификации использовались следующие метрики:

$$accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN},$$

$$precision = \frac{TP}{TP+FP},$$

$$recall = \frac{TP}{TP+FN},$$

$$F1 - score = 2 \frac{precision \cdot recall}{precision + recall},$$

где  $TP$  – количество истинно положительных результатов,  $FP$  – количество ложноположительных результатов,  $FN$  – количество ложноотрицательных результатов.

Процедура анализа данных представлена на рис. 2.

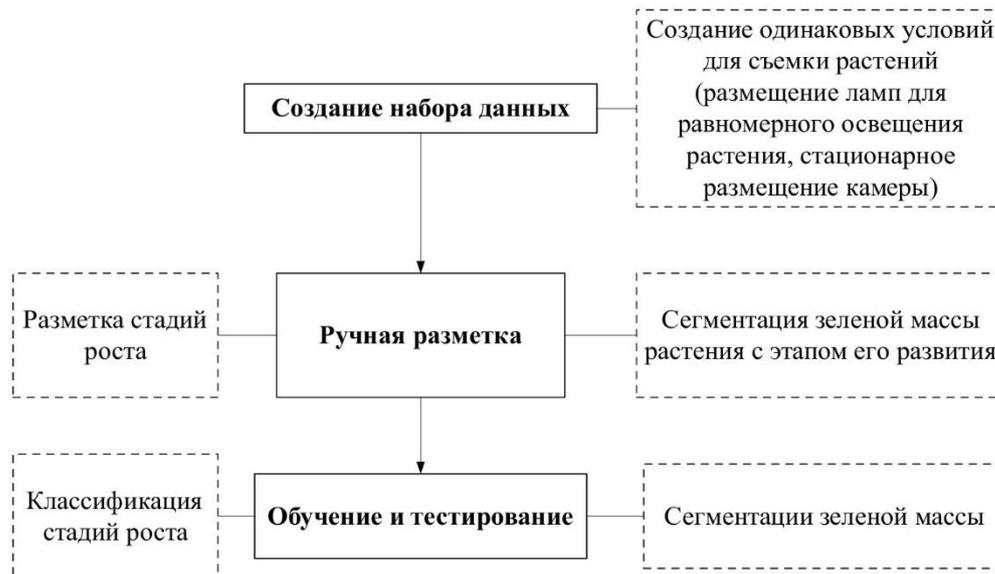


Рис. 2. Общая процедура анализа данных

Fig. 2. General data analysis procedure

#### РЕЗУЛЬТАТЫ

Обучение классификации стадий роста выполнялось на подвыборке исходного датасета, состоящей из 273 случайно отобранных изображений с соблюдением баланса классов (91 изображение в каждом классе). Размер обучающей выборки – для каждого класса 45 изображений. Размер тестовой выборки – 46 изображений для каждого класса. Результаты для каждого эксперимента усреднялись. Дополнительно были получены оценки эффективности распознавания для отдельных стадий роста, что позволяет оценить, насколько равномерно алгоритм способен распознавать различные стадии роста салата.

Результаты распознавания стадий роста и распознавания отдельных стадий (табл. 1 и 2).

Таблица 1. Усредненные результаты распознавания стадий роста

Table 1. Average results of growth stages recognition

Модель	VGG11	ResNet34	EfficientNetB0
Accuracy	0,949	<b>0,956</b>	0,949
Precision (avg)	0,952	<b>0,960</b>	0,949
Recall (avg)	0,949	<b>0,957</b>	0,951
F1-score (avg)	0,950	<b>0,957</b>	0,950

Таблица 2. Результаты распознавания отдельных классов

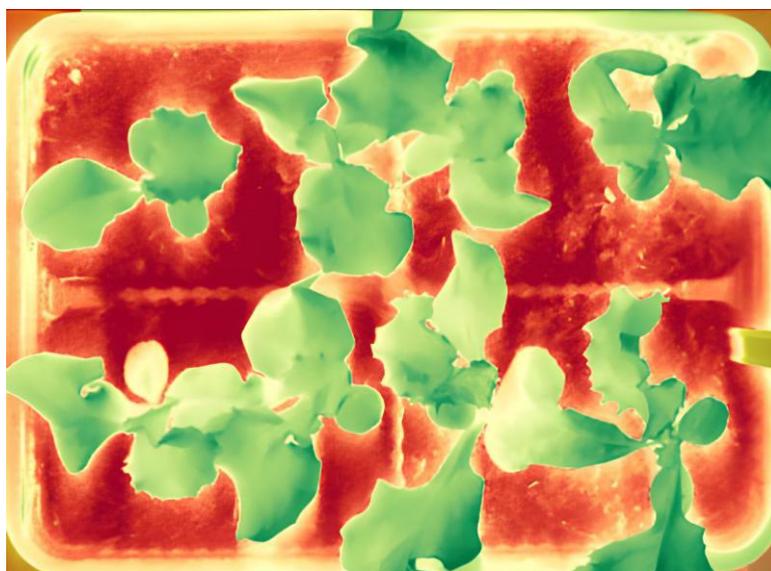
Table 2. Recognition results of individual classes

Метрики	1-я стадия		
	Всходы		
	VGG	ResNet	EfficientNet
Precision	0,902	<b>0,976</b>	0,936
Recall	0,958	<b>0,976</b>	0,917
F1-score	0,929	<b>0,976</b>	0,926

2-я стадия			
Метрики	Первый настоящий лист		
	VGG	ResNet	EfficientNet
Precision	0,975	<b>0,976</b>	0,953
Recall	0,951	0,976	<b>1,00</b>
F1-score	0,963	<b>0,976</b>	<b>0,976</b>
3-я стадия			
Метрики	Стадия рассады		
	VGG	ResNet	EfficientNet
Precision	0,978	<b>1,00</b>	0,957
Recall	<b>0,938</b>	0,917	<b>0,938</b>
F1-score	<b>0,957</b>	<b>0,957</b>	0,947

Классификация стадий роста показала высокие результаты – более 95 % верно распознанных экземпляров и более 93 % верных распознаваний при определении отдельных стадий роста, которое оценивает метрика Recall. По отдельным метрикам (Precision, Recall, F1-score) лучше всего себя показала архитектура ResNet34 в усредненной оценке распознавания (табл. 1). При распознавании отдельных стадий роста, где в первую очередь необходимо смотреть на разброс оценок, лучше всего показала себя архитектура VGG (табл. 2).

Сегментация растений салата с использованием нормализованного вегетационного индекса NDVI в дальнейшем может позволить определять параметрические характеристики салата посевного (площадь, занимаемая растениями; высота растения; количество растений). На данном этапе был вычислен NDVI (рис. 3), однако для проверки эффективности и точности в задаче сегментации необходимо дополнительно разметить выборку.



*Рис. 3. NDVI изображения салата*

*Fig. 3. NDVI images of lettuce*

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном исследовании алгоритм определения стадий роста растений, использующий мультиспектральную камеру и нейронные сети, был разработан и протестирован. Специфика мониторинга степени созревания салата, а также наличие четких классификацион-

ных признаков для определения конкретной стадии роста позволяют ограничиться решением задачи классификации, что существенно облегчает процесс подготовки данных. Полученные результаты классификации стадий роста показывают высокую общую (усредненную) точность – более 95 % правильно распознанных экземпляров и более 93 % точности при распознавании отдельных стадий роста. Последний результат свидетельствует не только о стабильно высоких результатах распознавания, но и об отсутствии существенных отклонений при классификации отдельных классов. Этот алгоритм может быть использован для мониторинга морфометрических характеристик растений и прогнозирования урожайности зеленых культур. Использование машинного зрения и нейронных сетей позволяет автоматизировать и упростить процесс анализа и измерения этих параметров, что может быть полезно для сельскохозяйственных предприятий и исследовательских учреждений.

## REFERENCES

1. Щербина Т. А. Цифровая трансформация сельского хозяйства РФ: опыт и перспективы // Россия: тенденции и перспективы развития. 2019. № 14-1. С. 450–453. EDN: UGBYZT  
Shcherbina T.A. Digital transformation of agriculture in the Russian Federation: experience and prospects. *Rossiya: tendentsii i perspektivy razvitiya* [Russia: trends and development prospects]. 2019. No. 14-1. Pp. 450–453. EDN: UGBYZT. (In Russian)
2. Zhao C., Zhang Y., Du J. et al. Crop phenomics: current status and perspectives. *Frontiers in Plant Science*. 2019. Vol. 10. P. 714. DOI: 10.3389/fpls.2019.00714
3. Shukla R., Dubey G., Malik P. et al. Detecting crop health using machine learning techniques in smart agriculture system. *Journal of Scientific & Industrial Research*. 2021. Vol. 80. No. 08. Pp. 699–706.
4. Varshney D., Babukhanwala B., Khan J. et al. Plant disease detection using machine learning techniques. *2022 3rd International Conference for Emerging Technology (INCET)*. IEEE, 2022. Pp. 1–5.
5. Jiang Y., Li C. Convolutional neural networks for image-based high-throughput plant phenotyping: a review. *Plant Phenomics*. 2020. DOI: 10.34133/2020/4152816
6. Adhikari N.D., Simko I., Mou B. Phenomic and physiological analysis of salinity effects on lettuce. *Sensors*. 2019. Vol. 19. No. 21. P. 4814. DOI: 10.3390/s19214814
7. Simko I., Hayes R.J., Furbank R.T. Non-destructive phenotyping of lettuce plants in early stages of development with optical sensors. *Frontiers in plant science*. 2016. Vol. 7. P. 1985. DOI: 10.3389/fpls.2016.01985
8. Grahn C.M., Benedict C., Thornton T., Miles C. Production of baby-leaf salad greens in the spring and fall seasons of northwest Washington. *HortScience*. 2015. Vol. 50. No. 10. Pp. 1467–1471. DOI: 10.21273/HORTSCI.50.10.1467
9. Wen Y., Zha L., Liu W. Dynamic responses of ascorbate pool and metabolism in lettuce to light intensity at night time under continuous light provided by red and blue LEDs. *Plants*. 2021. Vol. 10. No. 2. P. 214. DOI: 10.3390/plants10020214
10. Barbedo J.G.A. Detection of nutrition deficiencies in plants using proximal images and machine learning: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2019. Vol. 162. Pp. 482–492. DOI: 10.1016/j.compag.2019.04.035
11. Jung D.H., Park S.H., Han X.Z., Kim H.J. Image processing methods for measurement of lettuce fresh weight. *Journal of Biosystems Engineering*. 2015. Vol. 40. No. 1. Pp. 89–93. DOI: 10.5307/JBE.2015.40.1.089

12. Lin Z., Fu R., Ren G. et al. Automatic monitoring of lettuce fresh weight by multi-modal fusion based deep learning. *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. P. 980581. DOI: 10.3389/fpls.2022.980581
13. Wang M., Guo X. Extracting the height of lettuce by using neural networks of image recognition in deep learning. *ESS Open Archive*. 2022. DOI: 10.1002/essoar.10510405.1
14. Gang M.S., Kim H.J., Kim D.W. Estimation of greenhouse lettuce growth indices based on a two-stage CNN using RGB-D images. *Sensors*. 2022. Vol. 22. No. 15. P. 5499. DOI: 10.3390/s22155499
15. Lu J.Y., Chang C.L., Kuo Y.F. Monitoring growth rate of lettuce using deep convolutional neural networks. *2019 ASABE Annual International Meeting. American Society of Agricultural and Biological Engineers*. 2019. P. 1. DOI:10.13031/aim.201900341
16. Mokhtar A., El-Ssawy W., He H. et al. Using machine learning models to predict hydroponically grown lettuce yield. *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. P. 706042. DOI: 10.3389/fpls.2022.706042
17. Martinez-Nolasco C., Padilla-Medina J.A., Nolasco J.J.M. et al. Non-Invasive monitoring of the thermal and morphometric characteristics of lettuce grown in an aeroponic system through multispectral image system. *Applied Sciences*. 2022. Vol. 12. No. 13. P. 6540. DOI: 10.3390/app12136540
18. Zhang Y., Wu M., Li J. et al. Automatic non-destructive multiple lettuce traits prediction based on DeepLabV3+. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2023. Vol. 17. No. 1. Pp. 636–652. DOI: 10.1007/s11694-022-01660-3
19. Wada K. Labelme: Image polygonal annotation with Python. 2016. URL: <https://github.com/labelmeai/labelme>
20. Simonyan K., Zisserman A. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. *arXiv preprint arXiv:1409.1556*. 2014. DOI: 10.48550/arXiv.1409.1556
21. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep residual learning for image recognition. *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*. 2016. Pp. 770–778.
22. Tan M., Le Q. Efficient net: Rethinking model scaling for convolutional neural networks. *International conference on machine learning, PMLR*, 2019. Pp. 6105–6114.
23. Kumar V., Arora H., Sisodia J. Resnet-based approach for detection and classification of plant leaf diseases. *2020 International conference on electronics and sustainable communication systems (ICESC), IEEE*, 2020. Pp. 495–502. DOI:10.1109/ICESC48915.2020.9155585
24. Elwirehardja G.N., Prayoga J.S. Oil palm fresh fruit bunch ripeness classification on mobile devices using deep learning approaches. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2021. Vol. 188. P. 106359. DOI:10.1016/j.compag.2021.106359
25. Wang J., Zhang H., Zhou W. Apple automatic classification method based on improved VGG11. *Third International Conference on Computer Vision and Pattern Analysis (ICCPA 2023)*. SPIE, 2023. Vol. 12754. Pp. 473–478.

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Funding.** The study was performed without external funding.

**Информация об авторах**

**Астапова Марина Алексеевна**, мл. науч. сотр. лаборатории технологий больших данных социокиберфизических систем, Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук (СПб ФИЦ РАН);

199178, Россия, Санкт-Петербург, 14-я линия Васильевского острова, 39;

astapova.m@iias.spb.su, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9121-894X>, SPIN-код: 3195-0770

**Уздяев Михаил Юрьевич**, мл. науч. сотр. лаборатории технологий больших данных социокиберфизических систем, Санкт-Петербургский федеральный исследовательский центр Российской академии наук (СПб ФИЦ РАН);

199178, Россия, Санкт-Петербург, 14-я линия Васильевского острова, 39;

uzdyayev.m@iias.spb.su, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7032-0291>, SPIN-код: 7398-2273

**Кондратьев Виталий Михайлович**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры технологий хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ);

196601, Россия, Санкт-Петербург, Пушкин, Петербургское шоссе, 2;

vitsevsk@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5822-4144>, SPIN-код: 2148-2591

**Information about the authors**

**Marina A. Astapova**, Junior Researcher of the Laboratory of Big Data Technologies in Socio-Cyberphysical Systems, St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (SPC RAS);

199178, Russia, St. Petersburg, 39, 14th line of Vasilyevsky island;

astapova.m@iias.spb.su, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9121-894X>, SPIN-code: 3195-0770

**Mikhail Yu. Uzdiaev**, Junior Researcher of the Laboratory of Big Data Technologies in Socio-Cyberphysical Systems, St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (SPC RAS);

199178, Russia, St. Petersburg, 39, 14th line of Vasilyevsky island;

uzdyayev.m@iias.spb.su, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7032-0291>, SPIN-code: 7398-2273

**Vitaly M. Kondratyev**, Candidate of Agricultural Sciences, Assistant Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Agricultural Products, St. Petersburg State Agrarian University (SPbSAU);

196601, Russia, St. Petersburg, Pushkin, 2 Peterburgskoe highway;

vitsevsk@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5822-4144>, SPIN-code: 2148-2591

УДК 004.42, 004.75, 004.421

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-21-31

EDN: HHGDFE

## Разработка сервиса коротких мультиязычных переводов на основе распределенной системы обработки аннотированной информации

К. Ф. Край, А. З. Энес

Институт информатики и проблем регионального управления –  
филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук  
360000, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а

**Аннотация.** Разработка сервиса коротких двуязычных переводов представляет собой актуальную задачу создания систем автоматического перевода текстов для средних и малых языков, для которых не существуют аннотированные базы данных, необходимые для обучения. В рамках данной работы реализуется система для автоматического перевода коротких текстов с одного языка на другой, особенностью которой является использование распределенной архитектуры для сбора, обработки, хранения и использования информации, предоставляемой пользователями системы на основе оригинальной модели мотивации, что позволяет значительно увеличить скорость создания обучающей выборки и качество обработки переводов.

**Ключевые слова:** машинное обучение, распределенная система, обработка естественного языка, сбор данных, веб-сервис, краудсорсинг, машинный перевод, искусственный интеллект, аннотирование информации, анализ текстов, перевод, текст, обработка информации

Поступила 22.04.2024, одобрена после рецензирования 27.05.2024, принята к публикации 31.05.2024

**Для цитирования.** Край К. Ф., Энес А. З. Разработка сервиса коротких мультиязычных переводов на основе распределенной системы обработки аннотированной информации // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 3. С. 21–31. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-21-31

MSC: 68M14, 68T50

Original article

## Development of a short bilingual translation service based on a distributed annotated information processing system

K.F. Krai, A.Z. Enes

Institute of Computer Science and Problems of Regional Management –  
branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences  
360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street

**Abstract.** The development of a service for short bilingual translations is an urgent task of the creation of automatic text translation systems for medium and small languages, for which there are no annotated databases necessary for training. As part of this work, a system is being implemented for automatically translating short texts from one language to another, the feature of which is the use of a distributed architecture for collecting, processing, storing and using information provided by system users based on the original motivation model, which allows you to significantly increase the speed of creating a training sample and the quality of translation processing.

**Keywords:** machine learning, distributed system, natural language processing, data collection, web service, crowdsourcing, machine translation, artificial intelligence, information annotation, text analysis, translation, text, information processing

Submitted 22.04.2024,

approved after reviewing 27.05.2024,

accepted for publication 31.05.2024

**For citation.** Krai K.F., Enes A.Z. Development of a short bilingual translation service based on a distributed annotated information processing system. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. Vol. 26. No. 3. Pp. 21–31. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-21-31

## ВВЕДЕНИЕ

В эпоху активного развития информационных технологий и ускоренного процесса глобализации вопросы разработки и реализации инновационных цифровых инструментов, направленных на сохранение и поддержку языкового и культурного многообразия, приобретают особую актуальность. В контексте решения этой задачи на передний план выходят исследования, связанные с созданием сервисов перевода для языков малых народов, что имеет значение не только для сохранения уникального лингвистического наследия, но и для обеспечения равных условий интеграции носителей данных языков в мировой информационный дискурс.

В сегодняшней динамичной сфере технологий с искусственным интеллектом (ИИ) сбор и анализ данных занимают ключевую позицию. Эти процессы не только являются основой для обучения и развития систем ИИ, но и необходимы для точной и эффективной работы таких систем, в том числе в области автоматизированного перевода. Тщательно собранные и проанализированные данные позволяют ИИ-системам адаптироваться к различным культурным и контекстуальным особенностям, что крайне важно для удовлетворения специфичных требований пользователей и улучшения взаимодействия человека и машины. Кроме того, сбор данных и их аналитика имеют значительное влияние на общественные аспекты использования ИИ, как подчеркивают эксперты, обширные и точные данные способствуют повышению производительности, качества обслуживания и эффективности автоматизации [1].

Таким образом, разработка методологии создания высокоэффективных алгоритмов машинного обучения, адекватно воспроизводящих лингвистические структуры и идиоматику языков малых народов, является **актуальной**, предполагает выполнение ряда работ, включающих в себя: сбор и аналитическую обработку необходимых лингвистических данных, разработку специализированных моделей искусственного интеллекта, а также тестирование и адаптацию этих моделей в соответствии с лингвокультурными и контекстуальными характеристиками данных языков.

### 1. ПРОБЛЕМА РАЗРАБОТКИ АННОТИРОВАННЫХ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СИСТЕМ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА МАЛЫХ И СРЕДНИХ ЯЗЫКОВ

Термин «языки с ограниченными ресурсами», введенный в [2], описывает языки, которые могут обладать некоторыми или всеми из следующих характеристик: отсутствие уникальной системы письма или стабильной орфографии, ограниченное присутствие в интернете, нехватка лингвистической экспертизы, дефицит электронных ресурсов для обработки естественного языка, двуязычные электронные словари, словари произношения, транскрибированные данные речи и т.д. Нехватка ресурсов требует разработки новаторских методологий сбора данных или моделей, позволяющих делиться информацией

между языками [2]. Малые и средние языки относятся к «языкам с ограниченными ресурсами», которые сталкиваются с ограничениями в доступе к ресурсам для современных технологий обработки языка.

Данная статья посвящена разработке сервиса коротких двуязычных переводов на основе распределенной системы обработки аннотированной информации для языков малых народов. Проблема недостатка данных для обучения алгоритмов машинного перевода является значительным препятствием, поскольку большинство существующих технологий, включая нейронные сети и методы машинного обучения, требуют значительного объема текстовых данных, разметка которых, как правило, выполняется вручную большими коллективами профессионально подготовленных носителей обоих языков. Создание обучающих выборок для таких языков представляет собой длительный и дорогостоящий процесс, организация которого требует существенных трудовых и материальных затрат. Это приводит к тому, что носители языков с ограниченным количеством доступных материалов и недостаточной представленностью в Интернете сталкиваются с трудностями в создании точных и надежных систем перевода. В связи с этим можно утверждать, что важную роль играют оптимизация и упрощение процедур сборки лингвистических данных для этих языков, что необходимо для эффективного обучения систем искусственного интеллекта.

**Объектом** данного исследования является процесс распределенного создания и аннотирования базы данных для обучения системы машинного перевода для малых и средних языков.

**Предмет** исследования – возможность его организации на основе реализации алгоритмов мотивации носителей малых и средних языков к удаленному созданию записей в таких базах данных и голосованию в интересах ранжирования вариантов перевода по релевантности и качеству.

**Цель** данного исследования – разработка сервиса коротких мультязычных переводов, позволяющего переводить текст с любого языка на любой другой язык за счет взаимодействия пользователей.

В данной работе рассматриваются следующие **задачи**, которые необходимо решить для ее достижения:

- разработка и реализация алгоритма обработки запросов сервиса коротких мультязычных переводов;
- разработка и реализация алгоритма мотивации процесса сбора данных и алгоритма голосования пользователей сервиса коротких мультязычных переводов

## 2. ОБЩАЯ АРХИТЕКТУРА СЕРВИСА КОРОТКИХ МУЛЬТЯЗЫЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

Программа представляет собой веб-сервер, пользователи которого могут оставлять запрос на перевод отдельных слов, фраз и предложений в аудио- и/или текстовой форме. Программа пересылает запрос всем пользователям, владеющим указанным языком, и предлагает ответить на запрос, проверяет наличие готового перевода и выводит список всех вариантов с ранжированием по популярности. Кроме того, в программе реализованы функционал оценки перевода и система мотивации пользователей.

Несмотря на то, что инструменты машинного перевода достигли высокого уровня развития и постоянно улучшаются, они по-прежнему не способны обеспечить абсолютно точный перевод произвольных текстов, что становится очевидным при их практическом применении [3]. Тем не менее вовлечение большого числа людей в процесс перевода не просто осуществимо, но и в некоторых случаях может обеспечить уровень качества, который не уступает более дорогостоящим и требующим значительного времени подходам [4].

В последние десятилетия в дисциплине переводоведения наблюдается заметное усиление интереса к принципам коллективного перевода с привлечением широкой общественности (краудсорсинг) и онлайн-сотрудничеству в процессе перевода текстов. Данное направление, отличающееся высокой динамикой и изменчивостью, привлекает все большее число научных сотрудников. Широкое внедрение этих различных методов перевода обещает реализовать новые перспективные алгоритмы перевода, изменить фундаментальные принципы дисциплины, способствует прогрессу в сфере разработки технологий и оказывает влияние на общественное восприятие процесса перевода [5].

Разрабатываемая нами распределенная система обработки информации [6] предназначена для применения в качестве веб-сервиса для сбора данных, нацеленных на обучение систем понимания естественного языка, а также данная система может использоваться для обеспечения обработки аудиозапросов в научных и образовательных организациях [7].

Реализация распределенного подхода к сбору данных для обучения систем пониманию естественного языка влечет за собой ряд ключевых преимуществ: расширение и диверсификацию набора данных, ускорение процесса их сбора и обработки, а также снижение затрат по сравнению с традиционными методами сбора данных, требующими значительного участия профессионалов высокой квалификации.

В рамках реализации поставленной задачи была разработана алгоритмическая модель, предназначенная для распределения задач по переводу текстовых данных с любого языка на любой другой язык.

В разрабатываемом нами распределенном сервисе коротких двуязычных переводов [6, 7] подчеркивается важный аспект использования краудсорсинга в переводе. Краудсорсинговые переводы открывают перед участниками уникальные возможности для обмена информацией, саморазвития и поддержки многоязычного контента в интернете. Это привлекает не только профессиональных переводчиков, но и энтузиастов, стремящихся внести свой вклад в распространение знаний [8].

Сервис представляет собой платформу агрегирования больших объемов лингвистической информации путем привлечения широкого круга участников (волонтеров или оплачиваемых исполнителей) из различных регионов и культурных контекстов. Это позволяет создавать многоязычные, культурно и контекстуально разнообразные датасеты, необходимые для обучения систем искусственного интеллекта и машинного обучения, способных эффективно воспринимать и анализировать человеческий язык в его естественной форме.

Семантические и контекстные особенности, культурно-специфические элементы, тональность текста и его стилистические характеристики значительно увеличивают требования к объему и качеству данных для обучения, а также к степени сложности алгоритмов, обеспечивающих процесс перевода. Семантический и контекстный анализ требует от системы не только распознавания и перевода отдельных слов или фраз, но и глубокого понимания предложений, абзацев и всего текста в целом [9].

Решение этих задач возможно с применением сложных алгоритмов машинного обучения, включая глубокое обучение, которые могут обрабатывать большие объемы аннотированных данных и учиться на примерах. Включение механизмов искусственного интеллекта, способных к самообучению и адаптации, позволяет системе на основе анализа предыдущих ошибок и успехов постоянно совершенствовать процесс перевода.

Разрабатываемая нами распределенная система рассчитана на взаимодействие между собой двух категорий пользователей – клиентов и экспертов. На рисунке 1 представлена схема краудсорсинга с обратной связью, где:

- Клиенты ( $A_1, A_2, A_n$ ) отправляют Запросы для получения ( $n$ ) вариантов перевода;
- Сервис отправляет Запрос Экспертам ( $W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$ ) для дальнейшей обработки;

- Сервис регистрирует полученный от Экспертов перевод, направляет эти сведения для дальнейшей обработки и голосования ( $V_1, V_2, V_3 \dots V_n$ );
- Сервис определяет и сохраняет итоги выполнения исходных задач, а также генерирует обратную связь в виде оценки качества выполнения задачи и отправляет вознаграждения в соответствии с количеством голосов за выбранный вариант ответа ( $W_n V_n X \%$ ).

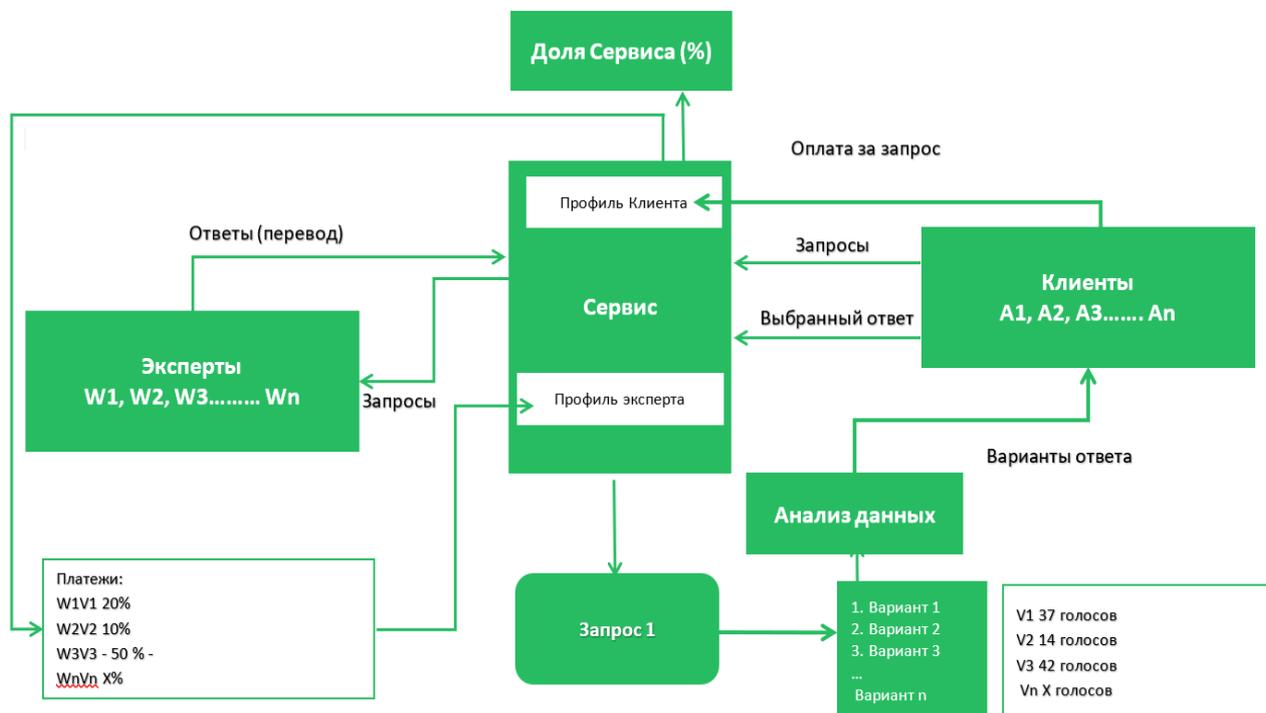


Рис. 1. Схема распределенной системы обработки аннотированной информации

Fig. 1. Scheme of a distributed system for processing annotated information

### 3. АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ ЗАПРОСОВ СЕРВИСА КОРОТКИХ МУЛЬТИЯЗЫЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

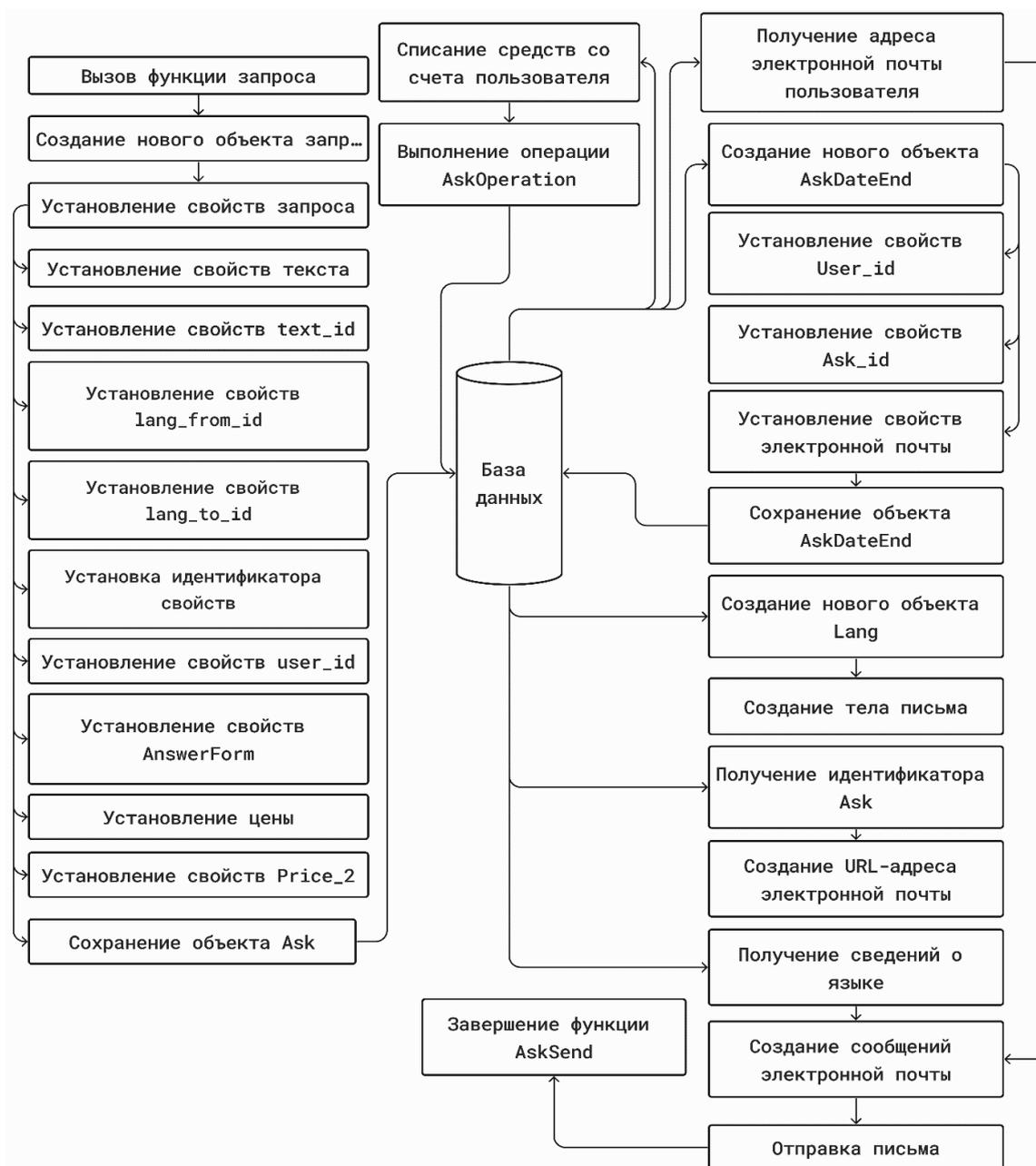
Алгоритм обработки запросов в системе представляет собой комплексный, многофазовый процесс, который включает ряд операций, связанных с созданием, обработкой и управлением данными, выполнением операций с базой данных, а также реализацией механизма отправки электронных сообщений. Этот процесс опирается на использование различных программных классов и методов.

В начальной фазе процесса происходит создание объекта «Запрос». Этому объекту присваиваются атрибуты, значения которых формируются на основе параметров запрашиваемых операций и дополнительной информации. Это подготавливает информацию к более глубокой обработке на последующих этапах.

Одним из ключевых аспектов алгоритма является сохранение созданных объектов «Запрос» в реляционной базе данных. Этот шаг позволяет систематизировать и агрегировать информацию, связанную с запросами пользователей, что способствует более эффективному управлению данными.

Процесс также включает механизмы для контроля передвижения средств, а также систему создания и отправки электронных сообщений. В рамках последней происходят формирование содержимого письма, идентификация получателей и сам процесс отправки сообщений, что обеспечивает коммуникацию между пользователями и системой.

Графическое представление данного алгоритма в виде блок-схемы, иллюстрирующей последовательность операций в системе аннотированной обработки информации, демонстрируется на рисунке 2.



*Рис. 2. Алгоритм обработки запросов распределенной системы*

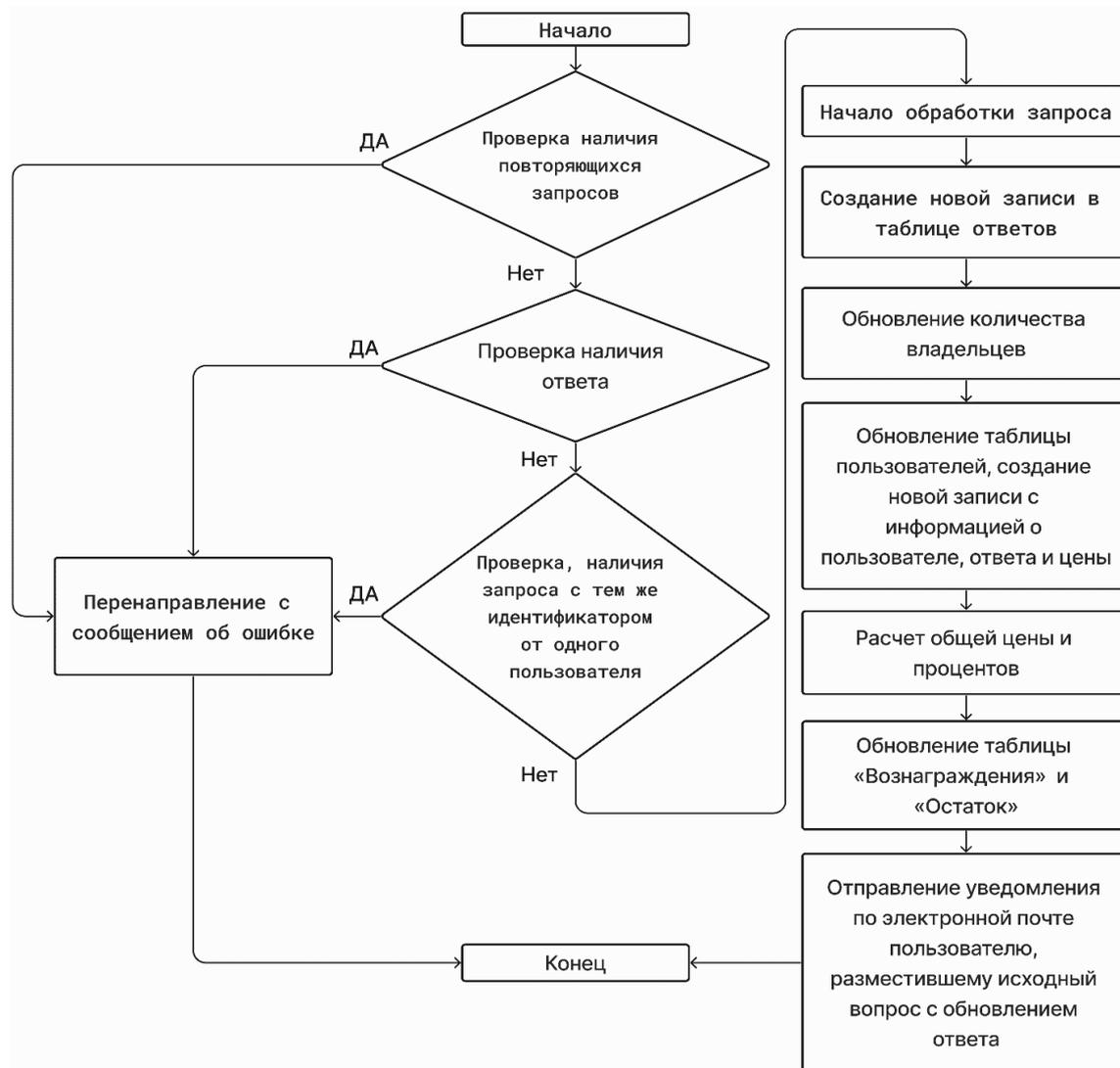
*Fig. 2. Algorithm for processing requests of a distributed system*

#### 4. РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА МОТИВАЦИИ ПРОЦЕССА СБОРА ДАННЫХ И АЛГОРИТМА ГОЛОСОВАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ СЕРВИСА КОРОТКИХ МУЛЬТИЯЗЫЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

Основной принцип мотивационной модели заключается в том, что каждый перевод, предоставленный экспертом на запрос клиента, сохраняется в системе и становится активом этого эксперта. Таким образом, каждый раз, когда другие клиенты будут обращаться за тем же самым переводом и выбирать данный вариант ответа для оплаты, эксперт, владеющий этим активом, будет получать соответствующее вознаграждение.

Таким образом, система мотивирует экспертов предоставлять качественные переводы, так как они будут получать вознаграждение каждый раз, когда их работа используется другими клиентами. Это способствует повышению качества сбора данных и обработки информации в распределенной системе.

Алгоритм обрабатывает пользовательские запросы с применением механизмов проверки уникальности вопросов и ответов, вычислением наград и обновлением базы данных. В начальной фазе исполнения кода осуществляется верификация языка взаимодействия, а также проверка на предмет прежнего поступления идентичных запросов или ответов от пользователя. Далее следует этап присуждения вознаграждений, зависящий от множества критериев. В случае выявления новизны ответа он инкорпорируется в базу данных. Процедуры обновления данных в базе включают корректировки записей о собственниках и значениях цен, а также инициацию рассылки уведомлений пользователям по электронной почте. В коде присутствуют элементы повторения операций, которые предоставляют потенциальные возможности для повышения эффективности обработки ошибок и усиления мер по защите конфиденциальности пользовательских данных. На рисунке 3 демонстрируется блок-схема алгоритма, которая иллюстрирует процесс обработки ответов в рамках распределенной системы, показывая последовательные этапы аннотированной обработки информации.



*Рис. 3. Алгоритм обработки ответов распределенной системы*

*Fig. 3. Algorithm for processing responses from a distributed system*

На начальном этапе реализуются процедуры идентификации и блокировки повторных запросов, что позволяет исключить избыточную нагрузку на инфраструктуру системы и предотвратить дублирование данных в базе. Механизмы проверки включают:

- проверку на повторение вопроса – используется алгоритм сравнения строк для идентификации одинаковых запросов от одного пользователя, где эффективность данного процесса может быть увеличена за счет применения методов оптимизации текстовых данных, таких как стемминг и лемматизация;

- проверку ответа на тот же вопрос – обеспечивает исключение множественных ответов от одного пользователя по одному запросу, что предотвращает дублирование информации и улучшает качество данных;

- проверку запроса на тот же вопрос: предотвращает создание идентичных запросов, что поддерживает структурированность и чистоту базы данных.

На втором этапе проводятся обработка и хранение данных, где последующая обработка запроса включает в себя несколько ключевых операций, направленных на обработку и анализ представленной информации:

- расчет вознаграждения – применение математической модели для расчета вознаграждения, основываясь на процентных значениях;

- создание записей ответа – размещение данных ответа в специализированной таблице `ans_repeats` способствует упорядочиванию информации и облегчает последующий доступ к ней;

- обновление количества владельцев – увеличение числа владельцев позволяет отслеживать популярность и актуальность конкретных запросов;

- расчет общей стоимости и процента – представляет собой аналитический этап, на котором осуществляется совокупный анализ данных, направленный на определение статистически значимых параметров;

- обновление вознаграждений – на этом этапе происходит корректировка размеров вознаграждений в соответствии с полученными данными, что является ключевым моментом в мотивационной части системы.

Рисунки 4 и 5 демонстрируют результаты работы алгоритмов обработки информации разработанного сервиса коротких мультязычных переводов.

## Ответы

№	Совладельцы	Варианты	Дата получения	Ориентировочный доход (Rub)	Текущая доступная доля, %	Текущий доступный бонус, %	Total Income		
	Карина	НОбЭ УЭФ1КЪЫМ	2024-05-14 00:23:21	1	3	15	35	<div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 5px; text-align: center;">СОГЛАСИТЬСЯ &amp; СТАТЬ СОВЛАДЕЛЬЦЕМ</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 5px;">Пожаловаться</div>	
	Sati	УЭФ1КЪЫМ НОбЭ	2024-03-16 13:13:49	3	3	15	5	12	<div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 5px; text-align: center;">СОГЛАСИТЬСЯ &amp; СТАТЬ СОВЛАДЕЛЬЦЕМ</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 5px;">Пожаловаться</div>

ОТВЕТИТЬ

*Рис. 4. Интерфейс разработанного сервиса с демонстрацией возможности наличия нескольких вариантов ответа*

*Fig. 4. Interface of the developed service with demonstration of capabilities to have multiple answers*

Вопросы		Ответы			
МахуэфI тхъэм къывит(Русский → Адыгэбзэ - Кабардинский) Answers					
	Дата получения	Доля, %	Доля (руб)	Бонус, %	Бонус (Rub)
Arsen	2023-11-28 06:36:05	45.5	13.65	0	0
Olga	2023-12-01 08:24:27	19.5	5.85	0	0

*Рис. 5. Интерфейс разработанного сервиса с демонстрацией результатов расчета долей владения конкретным ответом*

*Fig. 5. Interface of the developed service with demonstration of results calculating ownership shares of a specific answer*

Заключительный этап алгоритма включает в себя процесс уведомления пользователя о завершении обработки его запроса, что является финальной стадией в цикле обработки данных и обеспечивает необходимую обратную связь.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данный информационно-технологический сервис представляет собой результат успешного применения современных методологий и технологий в области обработки данных и интерактивного взаимодействия с пользователями. Реализация такого комплексного подхода способствует значительному улучшению качества и скорости обработки пользовательских запросов, а также поддерживает динамическое совершенствование функционала сервиса. В процессе исследования были разработаны и внедрены алгоритмы обработки запросов, мотивации пользователей и голосования, что сыграло ключевую роль в обеспечении эффективной работы сервиса коротких мультязычных переводов и повышении качества переводов. Принципы мотивации пользователей, изложенные в работе, играют важную роль в повышении стандартов предоставления информации. Стимулирование экспертов для высококачественной деятельности и обеспечение их интереса к непрерывному развитию и совершенствованию своих профессиональных навыков приводят к положительной динамике во всех аспектах информационного взаимодействия. Это дополнительно стимулирует повышение стоимости и актуальности информационного сервиса, что является основой для дальнейших технологических инноваций и развития систем, использующих искусственный интеллект. Интеграция механизмов предотвращения дублирования информации и оптимизация процессов работы с данными способствуют сокращению используемых ресурсов. Это особенно важно в условиях увеличения объемов данных и возрастающих запросов к пользовательской эффективности и удобству сервисов.

#### REFERENCES

1. Schultz T., Kirchhoff K. Multilingual speech processing. 2006. ISBN: 9780080457628
2. Bisani M., Ney H. Joint-sequence models for grapheme-to-phoneme conversion. *Speech Communication*. 2008. Vol. 50. No. 5. Pp. 434–451. DOI: 10.1016/j.specom.2008.01.002.hal-00499203

3. Kartseva E.Yu., Margaryan T.D., Gurova G.G. *Razvitie mashinnogo perevoda i ego mesto v professional'noy mezhkul'turnoy kommunikacii* [Development of machine translation and its place in professional intercultural communication]. *RUDN journal of language studies, semiotics and semantics*. 2016. No. 3. Pp. 155–164. EDN: WHBQCV. (In Russian)

*Карцева Е. Ю., Маргарян Т. Д., Гурова Г. Г.* Развитие машинного перевода и его место в профессиональной межкультурной коммуникации // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Теория языка. Семиотика. Семантика. 2016. № 3. С. 155–164. EDN: WHBQCV

4. Corney J., Lynn A., Torres-Sanchez C. et al. Towards crowdsourcing translation tasks in library cataloguing, a pilot study. *4th IEEE International conference on digital ecosystems and technologies*. Dubai. United Arab Emirates. 2010. Pp. 572–577. DOI: 10.1109/DEST.2010.5610593

5. Jiménez-Crespo M.A. Crowdsourcing and online collaborative translations. 2017. Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins Publishing Company. 320 p. ISBN: 1932–8036/2017BKR0009

6. Certificate of state registration of a computer program No. 2024610266 Russian Federation. *Programma dlya sozdaniya i podderzhki infrastruktury mashinnogo obucheniya mul'tiagentnoy nejrokognitivnoy sistemy prinjatiya resheniy ponimaniyu vyskazyvaniy* [Program for creating and supporting machine learning infrastructure for a multi-agent neurocognitive decision-making system for understanding statements]. No. 2023688479: application. 12/19/2023: publ. 01/09/2024 / A.Z. Enes, Z.V. Nagoev, K.F. Krai. Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. EDN: IRFXLN. (In Russian)

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024610266 РФ. Программа для создания и поддержки инфраструктуры машинного обучения мультиагентной нейрокогнитивной системы принятия решений пониманию высказываний: № 2023688479, заявл. 19.12.2023: опублик. 09.01.2024 / А. З. Энес, З. В. Нагоев, К. Ф. Край. Кабардино-Балкарский научный центр РАН. EDN: IRFXLN

7. Certificate of state registration of a computer program No. 2024610267 Russian Federation. *Programma dlya raspredelennoy platformy audio perevodov* [Program for a distributed audio translation platform]: No. 2023688483: application. 12/19/2023: publ. 01/09/2024 / A.Z. Enes, Z.V. Nagoev, K.F. Krai. Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. EDN: GGOBJH. (In Russian)

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024610267 РФ. Программа для распределенной платформы аудио переводов: № 2023688483 заявл. 19.12.2023, опублик. 09.01.2024 / А. З. Энес, З. В. Нагоев, К. Ф. Край; Кабардино-Балкарский научный центр РАН. EDN: GGOBJH

8. McDonough D.J. Analyzing the crowdsourcing model and its impact on public perceptions of translation. *The Translator*. 2012. No. 18(2). Pp. 167–191. DOI: 10.1080/13556509.2012.10799507

9. Yasir M., Akbar Kh., Bashir M. The Impact of artificial intelligence on language translation: A Review. *IEEE Access*. 2024. No. 12. Pp. 25553–25579. DOI: 10.1109/ACCESS.2024.3366802

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Funding.** The study was performed without external funding.

### **Информация об авторах**

**Край Карина Фаезовна**, мл. науч. сотр. отдела «Компьютерная лингвистика», Институт информатики и проблем регионального управления – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН; 360004, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

kraykarina@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6927-7361>, SPIN-код: 5967-0267

**Энес Ахмед Зюльфикар**, мл. науч. сотр. отдела «Компьютерная лингвистика», Институт информатики и проблем регионального управления – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН; 360004, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

ahmedenes@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3633-4910>, SPIN-код: 3643-1808

### **Information about the authors**

**Karina F. Krai**, Junior Researcher of the Laboratory of Computational Linguistics, Institute of Computer Science and Problems of Regional Management – branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street;

kraykarina@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6927-7361>, SPIN-code: 5967-0267

**Akhmed Z. Enes**, Junior Researcher of the Laboratory of Computational Linguistics, Institute of Computer Science and Problems of Regional Management – branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street;

ahmedenes@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3633-4910>, SPIN-code: 3643-1808

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ  
И ПРОИЗВОДСТВАМИ

УДК 004.9

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-32-41

EDN: IYUBAZ

**Автоматическая калибровка лазерно-сканаторной системы  
с использованием внешней камеры**

**Ю. Д. Шмелев**

Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»  
119049, Россия, Москва, Ленинский проспект, 4, стр. 1

**Аннотация.** В технологии селективного лазерного плавления (СЛП) высокоэнергетический лазер послойно приплавляет металлический порошок к платформе построения. Высокая геометрическая точность является критически важной для производства высококачественных деталей. Современные методы калибровки требуют значительных затрат ручного труда, серьезной модификации оборудования или использования дорогостоящего вспомогательного оснащения. В данной статье представлена новая методика калибровки гальванометрических зеркал для технологии СЛП с использованием внешней камеры. Предлагаемый подход позволяет упростить, удешевить и автоматизировать процесс калибровки.

**Ключевые слова:** аддитивные технологии, селективное лазерное плавление, компьютерное зрение

Поступила 22.05.2024, одобрена после рецензирования 30.05.2024, принята к публикации 03.06.2024

**Для цитирования.** Шмелев Ю. Д. Автоматическая калибровка лазерно-сканаторной системы с использованием внешней камеры // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 3. С. 32–41. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-32-41

MSC: 68U10

Original article

**Automatic calibration of the laser-scanner system  
using an external camera**

**Yu.D. Shmelev**

National University of Science and Technology “MISIS”  
119049, Russia, Moscow, 4 Leningradsky avenue 1 building

**Abstract.** In Selective Laser Melting (SLM) technology a high-energy laser deposits metal powder layer-by-layer onto a building platform. High geometric accuracy in SLP is critical to producing high-quality parts. Modern calibration methods require significant manual labor, major equipment modification, or the use of expensive auxiliary equipment. This paper presents a new technique for calibrating galvanometer mirrors for SLP technology using an external camera. The proposed approach allows to simplify, cheapen and automate the calibration process.

**Keywords:** additive technologies, selective laser melting, computer vision

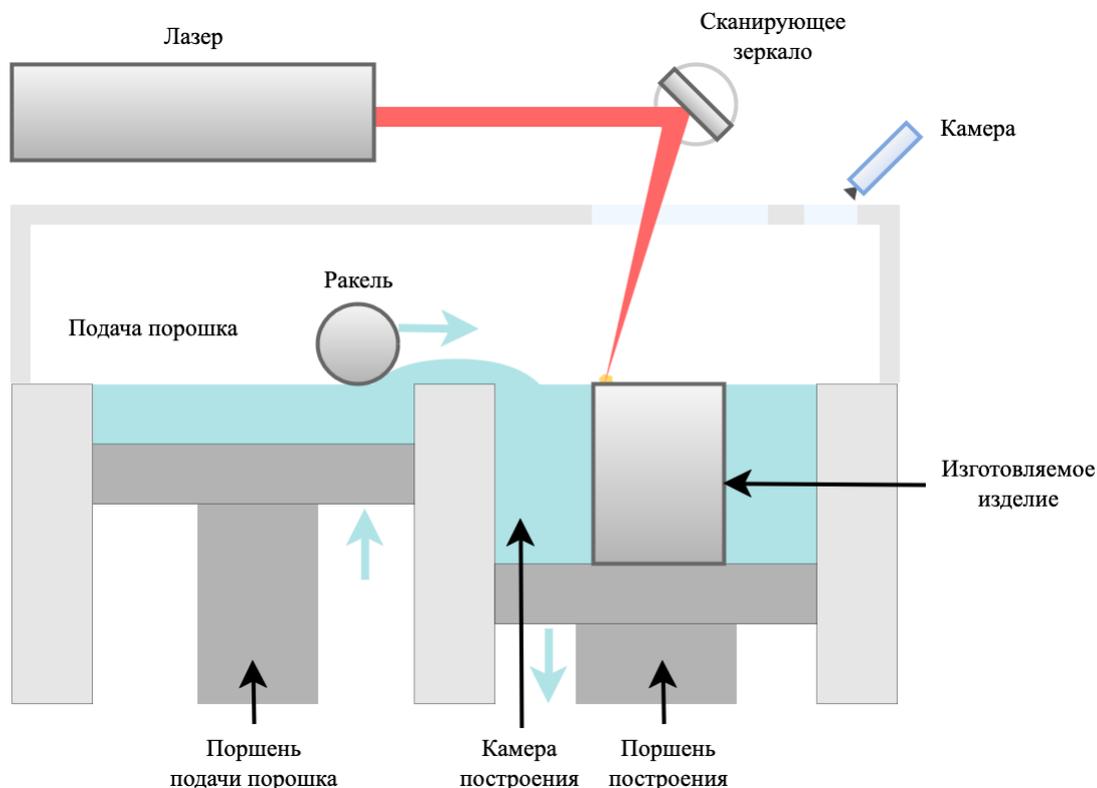
Submitted 22.05.2024, approved after reviewing 30.05.2024, accepted for publication 03.06.2024

**For citation.** Shmelev Yu.D. Automatic calibration of the laser-scanner system using an external camera. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. Vol. 26. No. 3. Pp. 32–41. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-32-41

## ВВЕДЕНИЕ

Аддитивные технологии (АТ) эволюционировали от инструмента для создания прототипов до ключевого метода производства деталей в различных отраслях, таких как аэрокосмическая, медицинская и автомобильная. Основным преимуществом АТ является возможность изготовления сложнопрофильных изделий, которые представляют значительные трудности для традиционных методов производства. В технологии селективного лазерного плавления (СЛП) [1] (рис. 1) высокоэнергетический лазерный луч направляется на плоскость печати через зеркала, управляемые гальванометрическими двигателями. Лазерный пучок избирательно приплавляет тонкий слой металлического порошка к платформе построения, формируя слой желаемой структуры. Процесс плавления повторяется с последующим нанесением слоев металлического порошка до тех пор, пока изделие не будет полностью изготовлено.

Геометрическая точность является одним из важнейших факторов, влияющих на качество деталей, производимых с помощью технологии СЛП. Центральное место в достижении высокой точности занимает калибровка гальванометрических зеркал. Традиционные методы калибровки включают нанесение рисунка на подложку, проведение тщательных измерений с помощью оптических координатно-измерительных машин и ручное сопоставление с заданными координатами [2, 3]. Однако данный подход является трудоемким, затратным по времени и подверженным риску возникновения человеческой ошибки.



**Рис. 1.** Схематичная иллюстрация технологии СЛП с установленной внешней камерой

**Fig. 1.** Schematic illustration of the SLM technology with an external camera installed

В литературе описаны различные методы ускорения и автоматизации калибровки гальванометрических зеркал. Один из подходов заключается в использовании соосной камеры и подсветки [4, 5]. Недостатком данного метода является необходимость модификации конструкции сканирующей системы и, в частности, изменение оптического пути. Другой подход основан на изготовлении дополнительных устройств для определения положения лазерного луча непосредственно в момент включения модуляции лазера [6, 7]. Дороговизна и сложность производства специализированных измерительных приборов – главные недостатки этого подхода.

В данной статье мы представляем новую методику калибровки, предназначенную для технологии СЛП. Наш подход основан на использовании внешней камеры для проведения процедуры. Стоит отметить, что эта камера может быть использована не только в целях калибровки, но и в различных системах мониторинга и контроля процесса печати изделия [8, 9].

По сравнению с другими исследованиями, в которых изучались различные методики калибровки, наш подход отличается тем, что он легко интегрируется в существующие принтеры, использующие технологию СЛП. Метод требует минимальных модификаций оборудования и позволяет регулярно проводить калибровки с минимальными затратами усилий и времени.

## 1. МЕТОД КАЛИБРОВКИ

Данный раздел описывает процедуру калибровки гальвomotоров. Алгоритм включает следующие этапы:

1. Калибровка камеры и привязка ее системы координат к системе координат платформы построения.
2. Прожиг направленного асимметричного калибровочного паттерна на подложке.
3. Распознавание и сопоставление прожженных точек.
4. Построение корректирующего алгоритма на основе сопоставленных точек.
5. Совмещение полученной системы координат сканатора и системы координат камеры.

### 2.1. КАЛИБРОВКА КАМЕРЫ

Рассмотрим модель камеры-обскуры [10], схематичное изображение которой представлено на рисунке 2. Данная модель описывает соотношение между трехмерными координатами ключевой точки в системе координат мира и ее двумерными координатами на изображении.

Точка  $(X_c, Y_c, Z_c)$  обозначает систему координат камеры,  $(X_w, Y_w, Z_w)$  – систему координат мира,  $(C_x, C_y)$  – центр плоскости изображения,  $L$  – ключевую точку объекта,  $f$  – фокусное расстояние,  $(x_i, y_i, f)$  – трехмерные координаты проекции ключевой точки объекта на плоскость изображения, а  $(u, v)$  – двумерные координаты проекции ключевой точки объекта. Матрица  $[R | t]$  используется для перехода от системы координат мира к системе координат камеры.

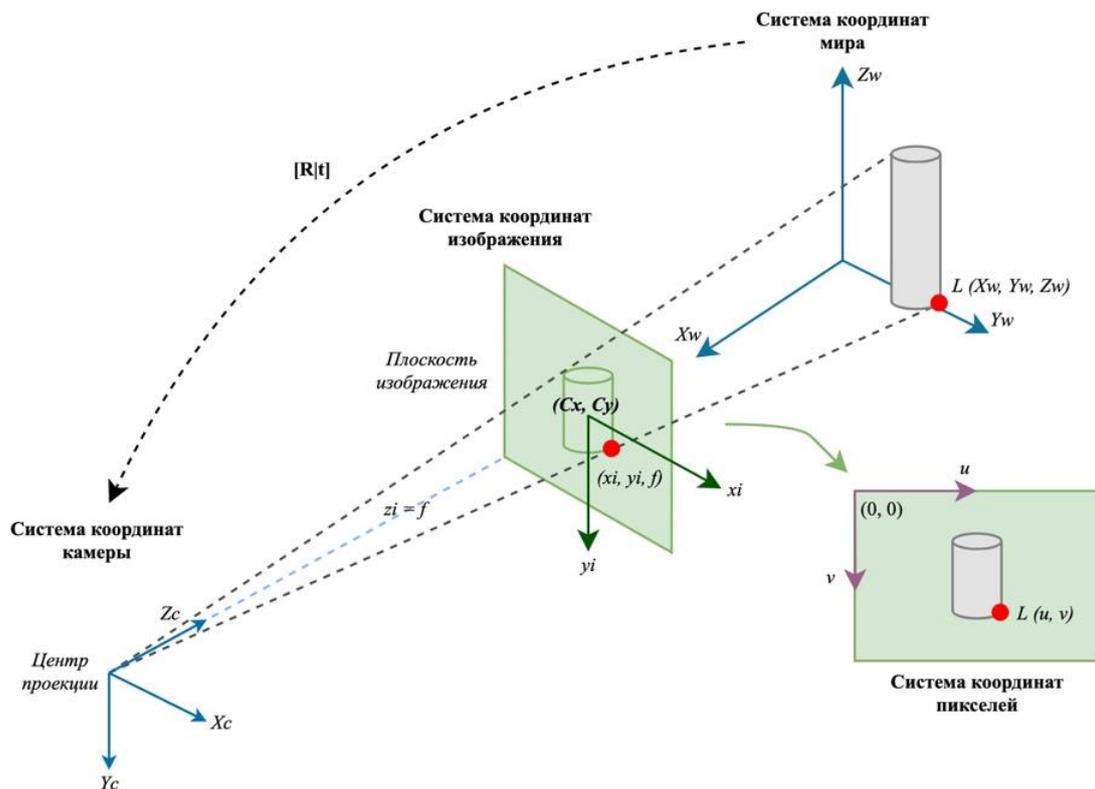


Рис. 2. Изображение, демонстрирующее модель камеры-обскуры

Fig. 2. Image demonstrating the camera obscura model

Параметры камеры описываются внешней и внутренней матрицей [11]. Матрица  $[R \mid t]$  является внешней матрицей, в то время как внутренняя описывается следующей формулой:

$$K := \begin{pmatrix} f_x & s & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

где  $s$  – это значение перекоса пикселей. Таким образом,

$$H := K \cdot [R \mid t]$$

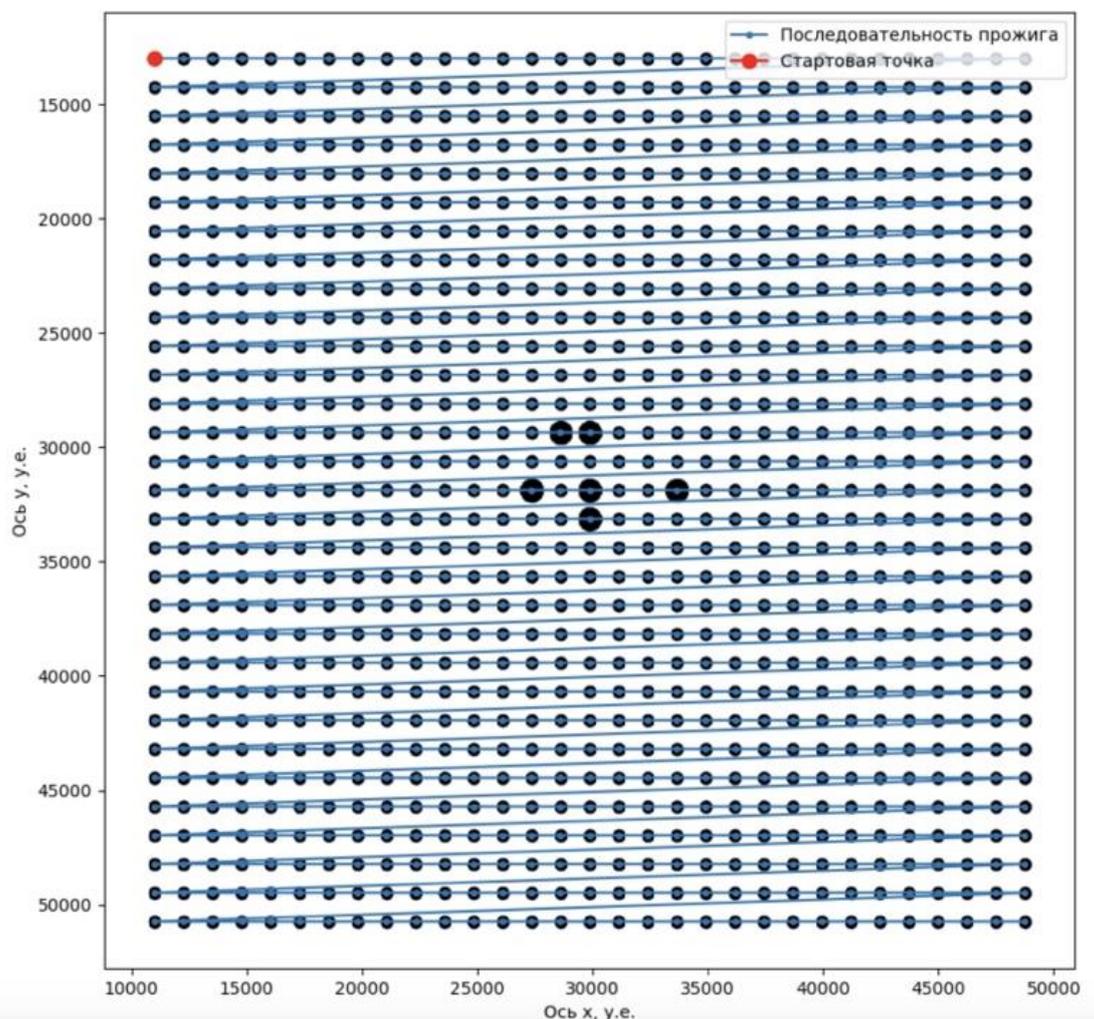
будет являться матрицей проективного преобразования, переводящей из трехмерной системы координат мира в двумерную систему координат камеры. Используя калибровочную пластинку, найдем параметры матрицы  $K$ .

Для нахождения параметров матрицы  $[R \mid t]$  необходимо найти трехмерные координаты точек на калибровочной пластинке. Координаты по оси  $x$  и  $y$  известны из параметров пластинки. Чтобы найти координату  $z$ , необходимо померить толщину пластинки. Таким образом, мы получили систему координат камеры, в которой плоскость, образованная нулем оси  $z$ , совпадает с плоскостью платформы построения.

## 2.2. ПРОЖИГ КАЛИБРОВОЧНОГО ПАТТЕРНА

После выполнения процедуры калибровки камеры можно приступить к генерации и прожигу калибровочного паттерна. В качестве паттерна была выбрана асимметричная направленная сетка кругов  $N \times N$  с шагом  $L$ , содержащая круги разных радиусов (рис. 3). Радиус маленьких кругов равен  $0,2L$ , а больших  $0,4L$ . Расположение больших кругов специально

было выбрано таким образом, чтобы паттерн был асимметричным относительно поворотов и симметрий. Обозначим  $\{(u_{nm}, v_{nm}) \mid n, m \in [1..N]\}$  координаты сканатора, соответствующие центрам кругов.



**Рис. 3.** Калибровочный паттерн для прожига лазера при  $N = 31$

**Fig. 3.** Calibration pattern for laser burn-through at  $N = 31$

Перед началом процесса подложка, по которой будет проводиться прожиг паттерна, устанавливается на платформу построения и выравнивается относительно нуля. После этого платформа поднимается на высоту, равную высоте порошкового слоя, обозначаемой как  $Z_p$ . С использованием пилотного лазера визуализируется контур паттерна. При этом величина шага  $L$ , размер сетки  $N$  и смещение подбираются таким образом, чтобы паттерн полностью вмещался в область подложки. Далее осуществляется процедура прожига.

### 2.3. СОПОСТАВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ СКАНАТОРА И КАМЕРЫ

После осуществления прожига изображение подложки фиксируется с помощью камеры. Полученное изображение подвергается обработке с применением медианного фильтра для удаления следов гари. Для точного определения координат центров кругов к изображению применяется функция `findCirclesGrid`, доступная в библиотеке `OpenCV`. Обозначим за  $\{(x_i, y_i) \mid n, m \in [1..N^2]\}$  набор точек, найденных на изображении. Заметим, что функция

findCirclesGrid находит точки построчно, слева направо в каждом ряду. Таким образом, если мы введем индексацию  $(x_{nm}, y_{nm}) = (x_{n*N+m}, y_{n*N+m})$ , то она образует сетку точек  $N \times N$ . Однако данная индексация зависит от расположения камеры относительно пластинки, но не от порядка прожига точек, а значит, найденные точки нельзя напрямую сопоставить с центрами кругов в системе координат сканатора  $\{(u_{nm}, v_{nm})\}$ . Для данного сопоставления воспользуемся следующим алгоритмом.

Сопоставим точкам  $(x_{nm}, y_{nm})$  точки  $(n * S + 2 * S, m * S + 2 * S)$ , где  $S$  – масштабный коэффициент. Найдем проективное преобразование  $H_{\text{rect}}$  по данным точкам. Применим  $H_{\text{rect}}$  к фотографии прожженного паттерна. Тогда на полученной фотографии шаг сетки будет гарантированно равен  $S$  пикселей, при этом радиус маленьких кружков равен  $0.2S$ , а больших  $0.4S$ . Воспользуемся алгоритмом поиска кругов HoughCircles с использованием преобразования Хафа, задав минимальные и максимальные радиусы кругов, равные  $0.3S$  и  $0.5S$  соответственно. Затем сопоставим каждому найденному кругу точку  $(n * S + 2 * S, m * S + 2 * S)$ , ближайшую к центру круга. Таким образом, мы нашли индексы больших кругов на получившейся сетке точек. Расположение больших кругов было выбрано таким образом, чтобы являться асимметричным относительно поворотов и симметрии, поэтому можно подобрать такой набор симметрии и поворота, корректно сопоставляющий индексы точек  $(x_{nm}, y_{nm})$  и  $\{(u_{nm}, v_{nm})\}$ . Стоит заметить, что поворот и симметрия применяются не к координатам точек, а именно непосредственно к индексам.

#### 2.4. ПОСТРОЕНИЕ КОРРЕКТИРУЮЩЕГО АЛГОРИТМА НА ОСНОВЕ НАЙДЕННЫХ ТОЧЕК

Преобразуем найденные точки из пикселей в миллиметры. Пусть  $H$  является матрицей размером  $3 \times 4$ , которая описывает проекцию трехмерной системы координат на плоскость изображения камеры, а  $Z_p$  обозначает высоту, на которой находилась подложка в момент проведения эксперимента. Пусть

$$H = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} & h_{14} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} & h_{24} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} & h_{34} \\ h_{41} & h_{42} & h_{43} & h_{44} \end{pmatrix}$$

и

$$H = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} & h_{14} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} & h_{24} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} & h_{34} \\ h_{41} & h_{42} & h_{43} & h_{44} \end{pmatrix}$$

Тогда заметим, что

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} &= H \cdot \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z_p \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} & h_{14} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} & h_{24} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} & h_{34} \\ h_{41} & h_{42} & h_{43} & h_{44} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z_p \\ 1 \end{pmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} * Z_p + h_{14} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} * Z_p + h_{24} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} * Z_p + h_{34} \\ h_{41} & h_{42} & h_{43} * Z_p + h_{44} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{pmatrix} = H_{Z_p} \cdot \begin{pmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{pmatrix} \\ &\quad \begin{pmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{pmatrix} = H_{Z_p}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

Таким образом, матрица  $H_{Z_p}^{-1}$  является матрицей преобразования из системы координат пикселей в систему координат камеры. Следует отметить, что данное преобразование зависит от координаты  $Z_p$  и, следовательно, может быть применено даже при изменении уровня порошка, на котором производится печать. Обозначим за  $\{(X_{nm}, Y_{nm}) \mid n, m \in [1 \dots N]\}$  точки, полученные путем применения матрицы  $H_{Z_p}^{-1}$  к точкам  $\{(x_{nm}, y_{nm}) \mid n, m \in [1 \dots N]\}$ . Отметим, что область значений координат точек  $\{(X_{nm}, Y_{nm})\}$  может не обладать симметрией относительно осей  $x$  и  $y$  и даже не включать в себя начало координат. Тем не менее возможно применить параллельный перенос к этим координатам без искажения калибровки для обеспечения симметричности. Таким образом, мы сопоставили систему координат сканатора  $\{(u_{nm}, v_{nm})\}$  и систему координат камеры  $\{(X_{nm}, Y_{nm})\}$ .

### 2.5. ПОСТРОЕНИЕ КОРРЕКТИРУЮЩЕГО АЛГОРИТМА НА ОСНОВЕ СОПОСТАВЛЕННЫХ ТОЧЕК

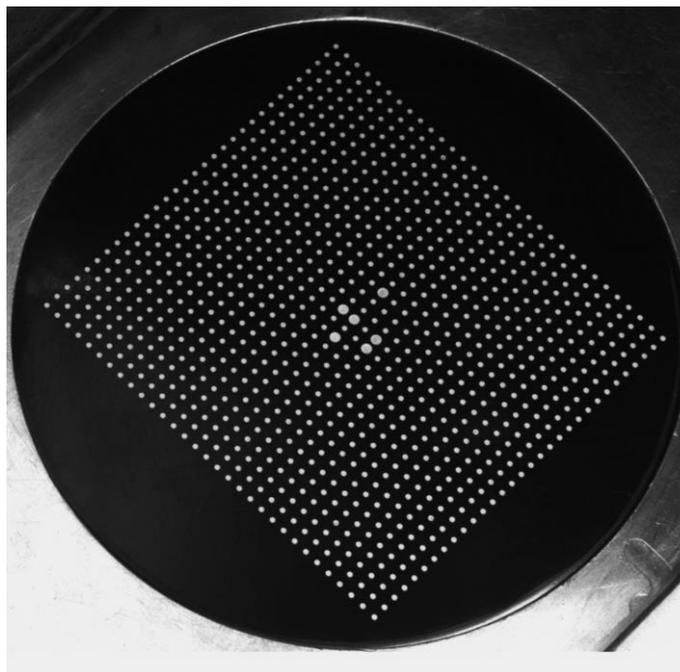
Пусть  $f_i: \{(u_{nm}, v_{nm})\} \rightarrow \{(X_{nm}, Y_{nm})\}$  – функция отображения из координат сканатора в координаты камеры. Для проведения печати в миллиметрах необходимо найти обратную функцию  $f_i^{-1}$ . В данном исследовании для этой цели использовалась билинейная интерполяция из-за ее высокой вычислительной скорости. Билинейная интерполяция применима только на прямоугольной сетке, но набор точек  $\{(X_{nm}, Y_{nm})\}$  ею не является.

Для решения данной проблемы построим прямоугольную сетку точек с равным шагом, основанную на точках  $\{(X_{nm}, Y_{nm})\}$ . Сначала найдем вписанный в сетку точек  $\{(X_{nm}, Y_{nm})\}$  прямоугольник максимальной площади. Рассмотрим точки  $\{(X_{i1}, Y_{i1})\}$ ,  $\{(X_{iN}, Y_{iN})\}$ ,  $\{(X_{1i}, Y_{1i})\}$ ,  $\{(X_{Ni}, Y_{Ni})\}$ , при  $i \in [1 \dots N]$ . Определим горизонтальные и вертикальные линии, затем найдем минимумы и максимумы по соответствующим осям. Полученные значения формируют координаты искомого прямоугольника.  $X_{Ni}, Y_{Ni}$

Далее построим равномерную сетку  $\{(X'_{nm}, Y'_{nm})\}$  внутри данного квадрата и интерполируем значения  $\{(u_{nm}, v_{nm})\} \rightarrow \{(u'_{nm}, v'_{nm})\}$ . На данном этапе мы не ограничены скоростью работы алгоритма, поэтому можем использовать для этого вычислительно более сложные алгоритмы, например, преобразования Clough-Tocher [12]. Таким образом, мы получаем сопоставление между координатами в миллиметрах и координатами сканатора  $\{(u'_{nm}, v'_{nm})\} \leftrightarrow \{(X'_{nm}, Y'_{nm})\}$  на равномерной прямоугольной сетке, что позволяет построить билинейную интерполяцию  $f_i^{-1}$ .

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ

В данном исследовании был выполнен эксперимент на принтере, использующем технологию СЛП, модели «Наука3D/21 СЛП-150». Для сбора данных использовалась камера Daheng MER2-2000-19U3M с разрешением  $5496 \times 3672$ . Калибровка параметров камеры производилась с использованием пластины Edmund Optics 100 x 100 мм, 2.0mm spacing, glass distortion target. Ошибка расчета матрицы камеры составила 0,14 пикселей. В качестве подложки для прожига паттерна использован стеклянный круг с радиусом, равным радиусу платформы, на который была нанесена самоклеящаяся черная глянцевая бумага (рис. 4). Область прожига была равна  $110 \times 110$  мм, размер сетки паттерна равнялся 31. После завершения процесса калибровки сетка была прожжена повторно, и итоговая ошибка составила 0,018 мм.



**Рис. 4.** Полученное камерой изображение паттерна (рис. 3), прожженного на подложке  
**Fig. 4.** The image of the pattern (fig. 3), burned on the substrate, obtained by the camera

#### 4. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ

Сравнение с другими методами представлено в таблице 1. Исследование, проведенное Н. Yeung и S. Grantham [7], показало наименьшую абсолютную среднюю ошибку. Однако область применения их метода ограничена размером объектива камеры, что делает его непригодным для рабочих полей большего размера. Метод Q. Zhong и др. [6] обеспечил наилучшую относительную ошибку, но точность их метода не зависит от размера рабочего поля, а значит, не может быть улучшена при применении метода на поле меньшего размера. Величина средней ошибки в работе В. Lane и др. [3] составляет 0,018 мм, что совпадает с результатами, полученными нашим методом. Исследование О. Delgado и А. Lasagni [4] показало несколько лучшие относительные и абсолютные средние ошибки, но их метод лишь рассчитывает смещение между итерациями алгоритма, не вычисляя точность напрямую.

**Таблица 1.** Сравнение результатов калибровки между различными методами

**Table 1.** Comparison of calibration results among different methods

Метод	Размер рабочего поля, mm × mm	Средняя ошибка, mm	Отн. ошибка, %
Q. Zhong и др. [6]	2000 × 2000	0,24	0,012
О. Delgado и А. Lasagni [4]	100 × 100	0,014	0,014
В. Lane и др. [3]	70 × 70	0,018	0,033
Н. Yeung, S. Grantham [7]	4 × 5	0,0079	0,158
Наш	110 × 110	0,018	0,016

Величина 0,014 мм не является точностью напрямую, а показывает величину минимального полученного шага при схождении метода.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данный метод позволяет с высокой точностью и скоростью откалибровать лазерно-сканаторную систему. Стоит отметить, что не все шаги данного алгоритма обязательны для исполнения. Например, в качестве измерения необязательно использовать камеру, достаточно использовать любой другой откалиброванный измерительный прибор. Также в качестве функции  $f_l^{-1}$  необязательно использовать билинейную интерполяцию, если нет необходимости в высокой скорости подсчета, а нужно максимизировать точность. В качестве улучшения алгоритма можно предложить использование направленного паттерна не только на этапе прожига подложки, но и при калибровке камеры для минимизации потенциальных ошибок.

## REFERENCES

1. Badiru A.B., Valencia V.V., Liu D. Additive manufacturing handbook. CRC Press, 2017. 938 p. DOI: 10.1201/9781315119106
2. Cui S., Zhu X., Wang W. et al. Calibration of a laser galvanometric scanning system by adapting a camera model. *Appl. Opt.* 2009. Vol. 48. No. 14. Pp. 2632–2637. DOI: 10.1364/AO.48.002632
3. Lane B., Moylan Sh., Yeung Ho et al. Quasi-static position calibration of the galvanometer scanner on the additive manufacturing metrology testbed. 2020. 25 p. DOI: 10.6028/NIST.TN.2099
4. Delgado M.A.O., Lasagni A.F. Reducing field distortion for galvanometer scanning system using a vision system. *Optics and Lasers in Engineering*. 2016. Vol. 86. Pp. 106–114. DOI: 10.1016/j.optlaseng.2016.05.016
5. Yeung H., Lane B.M., Donmez M.A., Moylan S. In-situ calibration of laser/galvo scanning system using dimensional reference artefact. *CIRP Annals*. 2020. Vol. 69. No. 1. Pp. 441–444. DOI: 10.1016/j.cirp.2020.03.016
6. Zhong Q., Tian X.-Y., Huang X.-K. et al. High-accuracy calibration for multi-laser powder bed fusion via in situ detection and parameter identification. *Advances in Manufacturing*. 2022. Vol. 10. No. 4. Pp. 556–570. DOI: 10.1007/s40436-022-00392-3
7. Yeung Ho, Grantham S. Laser calibration for powder bed fusion additive manufacturing process. *Solid Freeform Fabrication Symposium – 2022*, Austin, TX, US. 2022.
8. Caltanissetta F., Grasso M., Petrò S., Colosimo C B.M. Haracterization of In-Situ measurements based on layerwise imaging in laser powder bed fusion. *Additive Manufacturing*. 2018. Vol. 24. Pp. 183–199. DOI: 10.1016/j.addma.2018.09.017
9. Zenzinger G., Bamberg J., Ladewig A. et al. Process monitoring of additive manufacturing by using optical tomography. *AIP Conference Proceedings*. Vol. 1650. 1. American Institute of Physics. 2015. Pp. 164–170.
10. Ortiz L., Gonçalves L.M.G., Cabrera E.V. A generic approach for error estimation of depth data from (stereo and RGB-D) 3D sensors. 2017. Preprint. DOI: 10.20944/preprints201705.0170.v1
11. Hartley R.I., Zisserman A. Multiple view geometry in computer vision. Second. Cambridge University Press, 2004. ISBN: 0521540518
12. Farin G. Triangular Bernstein-B’ezier patches. *Computer aided geometric design* 3.2. 1986. Pp. 83–127. ISSN: 0167-8396. DOI: 10.1016/0167-8396(86)90016-6

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Funding.** The study was performed without external funding.

### **Информация об авторе**

**Шмелев Юрий Дмитриевич**, аспирант, Институт информационных технологий и компьютерных наук, Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»;  
119049, Россия, Москва, Ленинский проспект, 4, стр. 1;  
yura0512@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9041-3033>

### **Information about the author**

**Yuri D. Shmelev**, Post-graduate Student, Institute of Information Technologies and Computer Sciences, National University of Science and Technology “MISIS”;  
119049, Russia, Moscow, 4 Leningradsky avenue 1 building;  
yura0512@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9041-3033>

===== АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ =====  
И ПРОИЗВОДСТВАМИ

УДК 004.94:681.51

DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-42-54

EDN: JHNTJW

Научная статья

**Эффективность подхода «Архитектура как код»  
в управлении ИТ-архитектурой предприятия**

**М. А. Шмонин**

Государственный университет управления  
109542, Россия, Москва, Рязанский проспект, 99

**Аннотация.** Потребность в архитектуре предприятия увеличивается по мере масштабирования бизнеса, а при текущем интересе к экосистемам является одним из наиболее востребованных вопросов для изучения. В статье осуществлен сравнительно-сопоставительный анализ существующих подходов в управлении архитектурой информационных технологий (ИТ-архитектура) предприятия. В результате исследования был синтезирован ряд проблем, характерных для рассматриваемых подходов, одной из которых является изолированность ИТ-архитектуры от корпоративной. В рамках цели по митигированию обнаруженных рисков автор предлагает использовать инновационный подход «Architecture as a Code», который лишен выявленных уязвимостей. В статье особое внимание уделяется исследованию возможностей данного принципа и тому, каким образом он делает процесс управления ИТ-архитектурой эффективнее. Автором был разработан набор критериев, однозначно определяющих подход «Архитектура как код». Для этого также было проведено исследование концепции «Diagram as a Code», показавшее фундаментальную разницу понятий. Детально были изучены особенности виртуализации и повторного использования программного кода, являющиеся основополагающими принципами подхода. На основе принципов и критериев автором были сформулированы и классифицированы требования для успешной интеграции нового процесса в организационную структуру предприятия.

**Ключевые слова:** проектирование архитектуры, «Architecture as a Code», системная аналитика, рефакторинг архитектуры, TOGAF, Archimate

Поступила 04.04.2024, одобрена после рецензирования 02.05.2024, принята к публикации 17.05.2024

**Для цитирования.** Шмонин М. А. Эффективность подхода «Архитектура как код» в управлении ИТ-архитектурой предприятия // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 3. С. 42–54. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-42-54

MSC: 68N30

Original article

**Effectiveness of the “Architecture as code” approach  
in management of IT-architecture of an enterprise**

**M.A. Shmonin**

State University of Management,  
109542, Russia, Moscow, Ryazansky prospect, 99

**Abstract.** The need for enterprise architecture increases as business scales, and with the current interest in ecosystems, it is one of the most in-demand issues for study. The article provides a comparative analysis of existing approaches to management of IT-architecture of an enterprise. As a result of the study, several

problems specific for the approaches under consideration were synthesized, one of which is the isolation of the IT-architecture from the corporate one. As part of the goal of mitigating the identified risks, the author proposes to use an innovative “Architecture as a Code” approach, which is devoid of identified vulnerabilities. The article pays special attention to exploring the capabilities of this principle, and how it makes the process of managing IT architecture more efficient. The author has developed a set of criteria that clearly define the “Architecture as a Code” approach. For this purpose, a study of the “Diagram as a Code” concept was conducted, which showed the fundamental difference between the concepts. The features of virtualization and reuse of program code, which are the fundamental principles of the approach, were studied in detail. Based on the principles and criteria, the author formulated and classified the requirements for the successful integration of a new process into the organizational structure of the enterprise.

**Keywords:** architecture design, “Architecture as a Code”, system analytics, architecture refactoring, TOGAF, Archimate

*Submitted 04.04.2024,*

*approved after reviewing 02.05.2024,*

*accepted for publication 17.05.2024*

**For citation.** Shmonin M.A. Effectiveness of the “Architecture as code” approach in management of IT-architecture of an enterprise. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS.* 2024. Vol. 26. No. 3. Pp. 42–54. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-42-54

## ВВЕДЕНИЕ

Технологический прогресс в сфере ИТ оказывает сильное влияние на бизнес. Для сохранения конкурентоспособности современным предприятиям приходится постоянно адаптироваться и изменяться. Преобразования затрагивают как бизнес-преобразования компании, так и технологическое совершенствование. Обеспечение высокой скорости этих преобразований требует прозрачности структуры предприятия на всех уровнях. «Прозрачность» является одним из постулатов концепции цифрового двойника предприятия, которая предполагает интеграцию всех участников производственного процесса в единый непрерывный конвейер. В рамках данной концепции системные аналитики и архитекторы получают инструменты генерации интуитивно понятных и обоснованных требований, что кратно снижает длительность процесса интерпретации.

Однако существующие подходы к управлению и проектированию архитектуры информационных технологий (далее – ИТ-архитектуры) предприятия обладают рядом проблем, ресурсозатратность на решение которых пропорциональна сложности самого предприятия. Одной из таких проблем является эффект «черного ящика» при управлении архитектурой, в рамках которого архитектор может повлиять на решение только после его непосредственного внедрения.

Основной целью данного исследования является разработка рекомендаций по внедрению подхода «Architecture as a Code» для решения проблем, с которыми сталкиваются архитекторы в современных фреймворках управления и проектирования ИТ-архитектуры предприятия. Задачами исследования являются:

1. Обосновать различия между понятиями корпоративной архитектуры и ИТ-архитектуры.
2. Выявить сильные и слабые стороны подмножества архитектурных подходов и точек зрения, используемые с целью описания корпоративной архитектуры в современном мире.
3. Проанализировать существующие проблемы проектирования архитектуры и доказать их отрицательное влияние на эффективность процесса.
4. Исследовать новые методы управления архитектурой и проверить возможности решения с их помощью существующих проблем.

## МЕТОДОЛОГИЯ

Тема корпоративной архитектуры настолько же древняя, как и тема ИТ. Первое упоминание о корпоративном архитекторе было зафиксировано в 1951 г. в журнале Ассоциации информационных систем в статье «The Legacy of LEO: Lessons learned from an English Tea and Cakes Company: Pioneering Efforts in Information Systems», где термин «Maestro of Technology» применяли к специалисту с хорошим пониманием бизнеса, разбирающемуся в информационных технологиях и умеющему найти общий язык со всеми стейкхолдерами. В 1962 г. в журнале «Harvard Business Review» выходит статья «Master plan for Information Systems», в которой процесс проектирования архитектуры делится на пять последовательных этапов. Первый – заложить долгосрочные цели и разработать базовую функциональность системы, второй – проанализировать и определить используемые информационные системы, третий – в кратчайшие сроки исправить несоответствия, четвертый – распределить ответственности в долгосрочных целях и пятый – реализовать план. Каждый из перечисленных пунктов нашел отражение в постулатах проектирования корпоративной архитектуры практически всех современных фреймворков [1].

Развивая тему фреймворков, стоит заметить, что на данный момент рынок перенасыщен различными подходами. В сети интернет можно найти такие названия, как TOGAF, FEAF, DoDAF, IAF, Zachman и многие другие. Такое изобилие обусловлено тем, что каждая крупная консалтинговая компания в свое время выпускала свой собственный фреймворк проектирования, который впоследствии пыталась монетизировать. Однако несмотря на их количество, противоречивость и отличия, цель каждого из них – связать бизнес-модель предприятия с его ИТ-архитектурой [2]. Между терминами «ИТ-архитектура» и «корпоративная архитектура» есть тонкая грань, которую компании, публикующие новые версии стандартов, активно пытаются размыть. Более того, совершается это умышленно с целью охвата большой аудитории и увеличения числа продаж. Показательным примером выступает история популярности фреймворка Zachman. Сам по себе Джон Захман был бизнес-консультантом в компании IBM, общаясь с руководством консультируемых компаний, он прибегал к формулировке «корпоративная архитектура», позиционируя свой фреймворк как инструмент не только для информационных систем, но и для всего предприятия в целом. Но стоит смоделировать и обратную ситуацию, при которой, например, директор запрашивает архитектуру своего предприятия. При этом стопка бумажных артефактов, описывающих устройство систем, не даст директору никакого понимания того, как его предприятие работает. Корпоративная архитектура – это фундаментальная организация системы или того, как компоненты самого высокого уровня соединяются друг с другом. Однако в такой неоднозначной формулировке главная сложность – разграничить, что есть «фундаментальное» и что есть «высокий уровень» [3]. Поэтому в течение времени профессиональное сообщество конкретизировало определение. Корпоративная архитектура – это описание элементов организации, их предназначения, роли и подхода к выполнению функций, отвечающее целям бизнеса и однозначно декодируемое для всех заинтересованных сторон. Объективно корпоративная архитектура призвана воплотить идею применения системного подхода в управлении организацией [4]. Стоит также понимать, что корпоративная архитектура реализуется через методы системного анализа и системной инженерии, поэтому она тесно связана с ИТ-архитектурой.

Мартин Фаулер, известный программист, автор ряда статей по архитектуре ПО, рефакторингу и предметно-ориентированным языкам программирования, в своей книге «Кто нуждается в архитекторе?» пишет, что в результате общения с Ральфом Джонсоном он пришел к следующему: «В наиболее успешных проектах программного обеспечения

эксперты-разработчики, работающие над этим проектом, имеют общее понимание конструкции системы. Это общее понимание называется «архитектурой». Также оно включает в себя то, как система делится на компоненты и как компоненты взаимодействуют через интерфейсы. Эти компоненты обычно состоят из более мелких компонентов, но архитектура включает только те компоненты и интерфейсы, которые понятны всем разработчикам» [5]. Таким образом, автор говорит о том, что ИТ-архитектура зависит от программных решений и от коллегиальной согласованности их важности. На основе этой идеи было сформулировано следующее определение: ИТ-архитектура – это совокупность взаимосвязанных программно-аппаратных решений и компонентов, считаваемых важными по групповому консенсусу и обеспечивающих эффективное функционирование бизнеса. Однако в рамках данной статьи будет использовано определение, описанное в стандарте ISO/IEC 42010:2011 и также используемое в фреймворке TOGAF: «Архитектура (системы) – это фундаментальная организация систем, воплощенная в ее компонентах, их отношением друг с другом и окружающей средой, а также совокупность руководящих принципов проектирования и эволюции» [6].

Сама по себе архитектура представляет собой некоторую абстракцию, состоящую из понятий и свойств, которая наилучшим образом воспринимается через множественные представления. Затрагивая тему областей представления, ранее упомянутый TOGAF предлагает использовать концепцию доменов архитектуры, которая изображена на рисунке 1. Сама концепция сильно напоминает модель представления архитектуры 4+1, состоящую из логического, процессного, физического представлений, а также представления разработки и описания вариантов использования. Но в отличие от модели 4+1, которая создавалась преимущественно для описания программных систем, TOGAF не ограничивается вариантами использования, добавляя полноценный слой бизнес-архитектуры [7]. Для корректного понимания фундаментальных различий необходимо рассмотреть каждый слой корпоративной архитектуры по TOGAF подробнее:

1. Бизнес-архитектура – это описание модели бизнеса, того, как компания зарабатывает деньги. Для оценки своего бизнеса компания выставляет бизнес-цели, для достижения которых ей необходимы определенные компетенции. В основе компетенций лежат процессы, которые создают ценности как для внешних, так и для внутренних клиентов в целом. В свою очередь процессы представляются через призму продуктов, потребительских сегментов и отношений и фиксируются в цифровом виде.

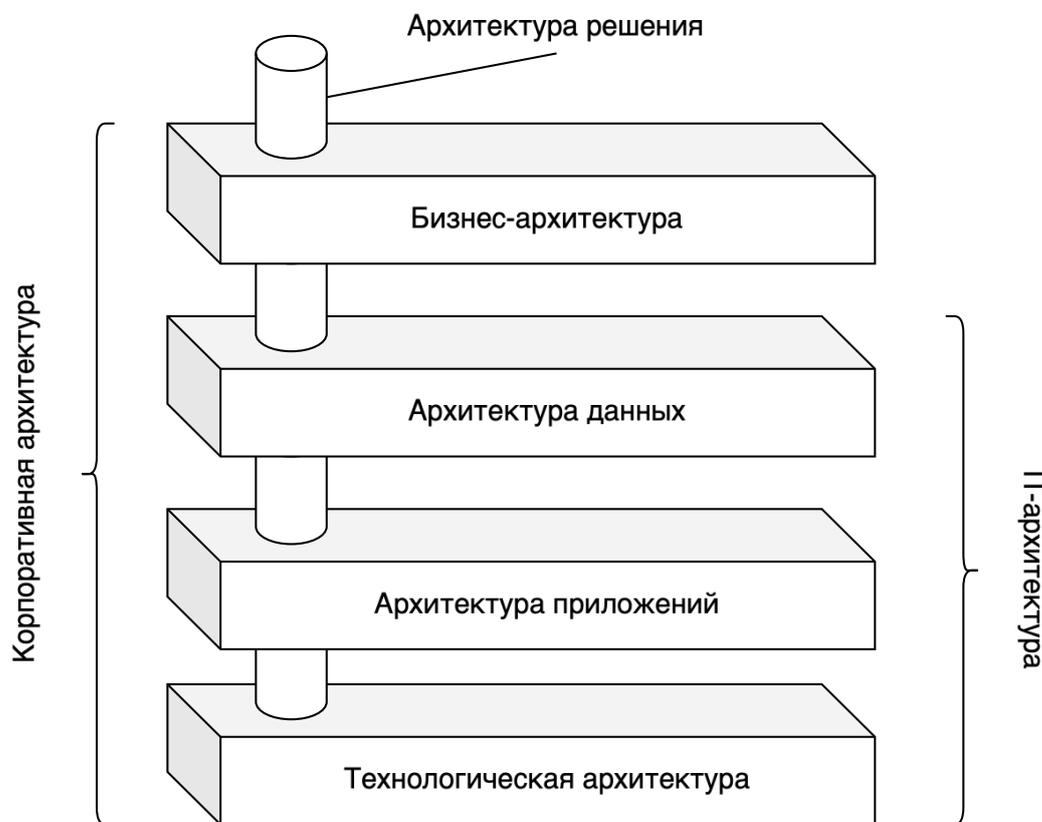
2. Архитектура данных – это часть ИТ-архитектуры, описывающая структуру данных. У объекта системы может быть разный бизнес-контекст, однако для автоматизированной системы это всего лишь набор атрибутов, собранных в сущность и объединенных определённым признаком. Как раз организация хранения, доступа и администрирования этих данных и является основной задачей слоя.

3. Архитектура приложений отвечает за создание карты автоматизированных систем, на которой отображается связь между заявленными бизнес-компетенциями и разработанными приложениями. Данный слой отвечает за «упаковку» бизнес-процесса в набор программных продуктов и сервисов с учетом разработанных в организации архитектурных стандартов (например, учет требований к защите персональных данных).

4. Технологическая архитектура описывает возможности аппаратного обеспечения и инфраструктуры в целом, те мощности, ресурсы и технологии, которые может выделить предприятие в рамках доступного бюджета для автоматизации заявленных бизнес-процессов.

Стоит заметить, что сам по себе фреймворк не является предписывающим сводом правил. TOGAF – это, скорее, инструмент, хранящий набор практик, выбранных авторами

библиотеки. Эти практики могут быть адаптированы под нужды конкретного предприятия. Самый яркий пример – выделение крупными компаниями пятого домена – интеграционная архитектура [8].



**Рис. 1.** Корпоративная архитектура по TOGAF. Источник [3]

**Fig. 1.** Enterprise architecture according to TOGAF. Source [3]

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Современный подход к проектированию архитектуры сталкивается с рядом проблем. Одна из них заключается в существенных затратах по времени и ресурсам на исследование архитектурного ландшафта. Важно отметить, что архитектор как роль появляется в компании только при необходимости внесения целевых изменений в некоторую архитектуру [9]. Любое внесение изменений в архитектуру реализуется в рамках некоторого проекта, который контролируется, как правило, каскадной методологией управления. Основные этапы такого проекта включают в себя: погружение в предметную область, изучение бизнес-контекста и целей, описание предприятия в модели AS-IS, проведение GAP-анализа, разработка целевой архитектуры в модели TO-BE, прохождение этапа согласования со всеми заинтересованными сторонами. И только после всех этих шагов архитектора допускают до подготовки плана реализации [10]. В таких проектах всегда четко определены сроки и ресурсы, изменить которые после подписания договора практически невозможно. Так появляется первая составная часть проблемы – архитектор зачастую неспособен познать исследуемый архитектурный ландшафт организации в установленный срок. В свое время некоторые зоны предприятия выходят за пределы осознания или за рамки доступности архитектора. И, наконец, третья уязвимость заключается в том, что архитектор работает со «снимком» модели предприятия на конкретную дату. Пока он тратит колоссальные ресурсы на

познание этого «снимка», архитектурный ландшафт меняется. Соответственно, по окончании проекта описание архитектуры заведомо устаревшее, выбранные архитектурные паттерны для реализации на предприятии текущего «снимка» неактуальны, а полученные артефакты не несут никакой ценности. Для выхода из такого рода ситуаций архитекторам приходится упрощать предметную область, принимая во внимание все перечисленные сложности [11]. Так команда проектирования архитектуры старается упростить процесс познания ландшафта, даже с учетом того факта, что его сложность от этого не изменится.

Отчасти в решении этой проблемы может помочь сегментный подход к проектированию. Такой подход сосредотачивается на главных отраслях для бизнеса, подразумевает постепенное введение понятия архитектуры в компанию и позволяет добиться быстрой отдачи от проекта. Но это не решает следующей проблемы – отсутствие надежных средств донесения архитектурного замысла. Здесь стоит подробнее остановиться на еще одном инструменте компании The Open Group. ArchiMate – это открытый и независимый язык моделирования архитектуры предприятия для поддержки описания, анализа и визуализации архитектуры внутри и за пределами бизнес-процессов. ArchiMate – это самостоятельная концепция, однако наиболее точно она соответствует архитектурному подходу TOGAF. Разрабатывая ArchiMate, авторы планировали создать унифицированный описательный инструмент, не требующий глубоких познаний в языке, интуитивно понятный и применимый для всего. Действительно, в отличие от того же ARIS, который состоит из 80 различных элементов, ArchiMate насчитывает всего 15, однако едва ли ArchiMate можно назвать естественным языком для восприятия. Возникает критическая проблема интерпретации, которую невозможно решить издательством новой нотации. Проблема затрагивает ситуацию, при которой архитектор сформировал представление о функционировании системы, воплощенное в ряде артефактов, а разработчик не смог корректно интерпретировать заявленные требования [12]. Странно, что разработчик, который является потребителем этих схем, написанных на естественном для восприятия языке картинок, не может их однозначно декодировать или даже понять.

Стоит заметить, что данная проблема не является признаком некомпетентности разработчика, потому как современные стандарты насчитывают огромное количество моделей представления, которые он вправе не знать. Как итог реализация идет вразрез с задумкой, что является в первую очередь проблемой для самого архитектора. Данный инцидент запускает целую цепочку событий, среди которых: доработка артефактов с учетом обратной связи, обновление презентационных материалов, разработка новых моделей для формирования комплексного видения конечного результата у исполнителя, привлечение заинтересованных сторон, а также многократные встречи с целью донесения концепции. Этот инцидент имеет циклический характер и тратит колоссальное количество человеко-часов всех вовлеченных на разбор блокирующих ситуаций [13]. Проблема затратности процесса донесения замысла – лишь составная часть комплексной проблемы. К сожалению, все потраченные ресурсы никак не гарантируют «попадание» финальной реализации в планируемый вариант. По сути, по результатам разработки архитектор получит «черный ящик», так как на данный момент современный подход к проектированию архитектуры не предусматривает контроль реализации решения и не дает надежных средств контроля финального результата.

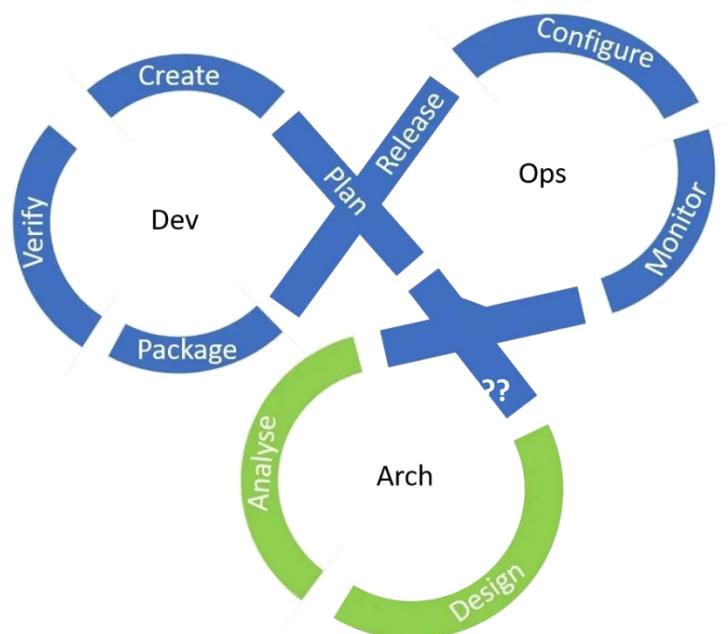
Последняя рассматриваемая проблема относится больше к организации процесса проектирования архитектуры, чем к подходу, однако она имеет прямое влияние на эффективность самого процесса. Оснований для проблемы два: 1) неправильное понимание роли архитектора, 2) отсутствие стандартов управления проектированием. Выше уже затрагивалась ситуация, когда компаниям действительно нужен архитектор. Стоит дополнить, что на практике реального архитектора можно застать только в крупных компаниях уровня enter-

prise. В остальных организациях под архитектором, как правило, понимают опытного senior-разработчика, который имеет хорошее представление о функционировании системы на самых низких уровнях. Результатом деятельности такого специалиста обычно являются схемы, производные от диаграмм компонентов. Вся документация, полученная в рамках деятельности, разбивается между множеством проектных репозиториях и вики-систем. Получить целостное описание архитектуры или неразрывную логическую связь с полным набором нефункциональных требований практически невозможно [14].

При таком подходе хранения артефактов архитектор становится уникальным и эксклюзивным носителем знаний, ведь полная структурированная архитектура существует только в представлении архитектора и нигде не зафиксирована. С одной стороны, это неудобно, ведь получить какое-либо структурированное представление можно только в словесной форме после ряда уточняющих консультаций. С другой стороны, это критический риск, так как данный архитектор обладает исключительным знанием, и уход этого специалиста из компании повлечет за собой серьезные расходы. В заключение это образует тенденцию, при которой потребители архитектуры обращаются напрямую к архитектору, даже не пытаясь самостоятельно разобраться с требованиями.

#### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Некоторое время назад активно набирал популярность термин ArchOps, который отражает возможный путь развития концепции DevOps. По сути, ArchOps подразумевает добавление нового узла в методику CI/CD (рис. 2), модернизирующее существующий производственный процесс разработки функциональности. Основная задача подхода – не просто дополнить существующий процесс, а решить глобальную проблему вовлеченности заинтересованных сторон. Эту задачу можно решить объединением всех стейкхолдеров в так называемый производственный комбинат – некий единый и непрерывный механизм управления проектированием, реализацией и внедрением.



**Рис. 2.** Диаграмма ArchOps.

*Составлено автором по результатам исследования*

**Fig. 2.** ArchOps diagram.

*Compiled by the author based on research results*

Однако на сегодняшний день интерес к подходу ArchOps сильно упал. Все потому, что исследование в этой области столкнулось с проблемой поиска канала передачи информации от узла Operations к узлу Architecture. В существующей модели архитекторы и их артефакты – это обособленная сущность за рамками процесса разработки. Она получает информацию на вход и в некоторый момент времени отдает артефакты на выход. Складывается вполне прозрачная цель исследования – найти такой канал и изучить особенности его применения, тем самым преодолев ключевой барьер внедрения подхода ArchOps.

В рамках исследования был найден фреймворк «Architecture as a Code», который лучше всего подходит на роль связующего канала. Для обоснования целесообразности использования фреймворка следует вспомнить историю подхода «Infrastructure as a code», который еще некоторое время назад ставился под серьезное сомнение и считался зависимым от возможностей уникальных специалистов. Опыт современных ИТ-компаний разного уровня показал, что IaaS – это рутинная работа. Беря во внимание факт успешного применения практики переиспользования кодовых баз с последующей связью и тестовым покрытием, ничего не мешает реализовать это по отношению к архитектуре. Таким образом, можно создавать некоторые архитектурные паттерны, трансформировать это в код, размещать в едином репозитории, а затем по мере необходимости подключать в нужные проекты.

В процессе изучения выяснилось, что для успешного применения концепции необходимо провести следующие подготовительные мероприятия: организация общего пространства и пересмотр матрицы компетенций современного архитектора. Переход на концепцию «Architecture as a Code» требует обучить специалистов обмениваться знаниями через систему единого репозитория, чтобы грамотно интегрировать результаты своей деятельности и социализировать предлагаемые решения. Это позволит не только планомерно развивать архитектуру, но и стимулировать инновации. Достичь эту цель представляется возможным только через организацию единого цифрового пространства, где не только архитекторы, но и любые люди, принимающие участие в архитектурных изменениях, могли бы договориться об изменениях на некотором универсальном языке.

На самом деле для реализации такого единого репозитория можно использовать существующие практики. Прародителями такого пространства являются репозитории программного кода и средства виртуализации. Ядром практической реализации является система контроля версий вместе с инструментами переиспользования программного кода. Успешность применения Git в opensource-продуктах доказывает возможность организации социального взаимодействия вокруг кода с использованием технологии. Таким образом, все необходимые технологии уже существуют и эффективно применяются, дело осталось за малым – описать архитектуру при помощи кода.

Стоит обратить внимание, что PlantUML или Structurizr хоть и выглядят как код архитектуры, но на самом деле им не являются. Можно сказать, что эти языки реализуют концепцию «Diagram as a Code», то есть описывают диаграммы. Сами по себе диаграммы – это не архитектура, а лишь визуализация, так называемый architecture viewpoint. Соответственно, работая с псевдокодом PlantUML, человек работает с картинками, но на ином принципе. Конечно, этот механизм упрощает работу с архитектурными артефактами, но он наследует все проблемы стандартного архитектурного подхода. При возникновении необходимости сравнения двух версий одной диаграммы в написанных на PlantUML, которые при этом будут расположены в разных местах, необходимо будет обратиться к архитектору, зарендерить диаграмму, осознать ее и только после этого можно получить однозначный вывод.

Пример кода архитектуры:

```

Components: {
System.gateway:
Title: API шлюз
Entity: component
Links: [
{ Id: system.backend
Title: Бизнес API
Direction: <-->
Contract: https://editor.swagger.io/ },
{ Id: system.auth
Title: auth API
Direction: <-->
Contract: example } ]
Technologies: HTTP; OAuth }

```

Для того чтобы идентифицировать код архитектуры, нужно описать его признаки. В первую очередь код архитектуры должен быть машиноанализируемым, соответственно, архитектура должна быть представлена в формате данных. Все созданные артефакты должны быть анализируемые, чтобы к ним можно было обратиться и сделать определенные выводы. Как и любой программный код, код архитектуры должен быть однозначно интерпретируемым как человеком, так и машиной, чтобы из этого кода можно было сгенерировать не только понятные для программиста схемы, но и конфигурационные файлы, пригодные для автоматизированного развертывания. Помимо этого, код архитектуры должен быть генерируемым, чтобы была возможность собрать шаблон архитектуры приложения на основе проанализированных цифровых следов организации. Наконец, такой код должен поддерживать модульность или сегментируемость, то есть отвечать идеям концепции Domain Driven Design, на чем стоит остановиться подробнее.

Система – это конструктор, в основании которого лежит невозможность воспринять реальность в полном виде, как она есть. Из-за этого человеческий мозг упрощает эту полную картину до нескольких систем. В теории систем существует тезис, что управлять системой может только более сложная система. Ни одна система управления архитектурой не может подчинить себе реальную архитектуру ввиду своей упрощенности. Поэтому необходимо признать, что архитектура в компании – это не однородная субстанция, которая имеет определенные самостоятельные домены, каждый из которых управляется изолированно. Так появился подход «Federated Architecture», основанный на принципе «разделяй и властвуй», благодаря которому в действительности появилась более сложная система, способная покрыть задачи по управлению и проектированию архитектуры [15]. Принцип простой: сначала определяются домены управления архитектуры согласно определенным критериям, затем фиксируются контракты с этими доменами, при которых управление доменом отдается специалистам в конкретной функциональной области. Домен предоставляет информацию, которая будет использоваться в мастер-системе, в обмен на необходимые для него ресурсы. Внутри домен может требовать управление архитектурой разного качества, а также выделять и управлять другими доменами внутри себя.

При сегментировании архитектуры и выделении независимых доменов необходимо учитывать поток увеличения объема информации. Для управления этим потоком можно применить концепцию архитектурного DataLake с целью накопления данных управления архи-

тектурой, чтобы впоследствии управлять ее качеством [16]. Унифицированный код позволяет накапливать структурированные данные доменов и консолидировать их. Системы контроля версий дают возможность работать с версиями данных для проведения ретроспективы. А запросы к данным позволяют проводить анализ. Таким образом, появляется методика управления архитектурой саморазвивающихся систем, изображенная на рисунке 3, при которой контролируется только контракт и отсутствует необходимость тотального описания моделей AS-IS.



**Рис. 3.** Процесс управления федеративной архитектурой.  
Составлено автором по результатам исследования

**Fig. 3.** Federated architecture management process.  
Compiled by the author based on research results

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Архитектура – это всеобъемлющее понятие, обязательным элементом которого являются требования. Хорошая архитектура возникает на хорошо исследованном ландшафте, так как он становится базой для формулирования действительно значимых решений на основе точных требований. В данном исследовании были выявлены основные проблемы существующих подходов управления архитектурой, а именно: барьер интерпретации, недостаточность функции контроля и обособленность от производственного процесса. Еще недавно каталоги, матрицы и диаграммы считались единственным объективным способом донесения архитектурного замысла, однако восприятие мира изменилось, и теперь программный код интерпретировать стало куда проще и выгоднее. В статье описана локализация архитектурного компонента подхода «Architecture as a Code», который легко читать, воспринимать, размещать, анализировать и обсуждать. Сам по себе программный код легко поддерживать в актуальном состоянии, потому что он может быть как автоматически сгенерирован, так и написан человеком. Для упрощения процесса интеграции нового подхода в управлении ИТ-архитектурой предприятия был разработан авторский план внедрения, основанный на активно применяемых инструментах, таких как: системы контроля версий, механизмы повторного использования кодовых баз, управление само-

стоятельными сегментами системы (доменами). Дополненный новыми практиками предложенный подход «Architecture as a Code» сможет управлять архитектурой саморазвивающихся систем, при этом кратно повышая эффективность предприятия за счет ускорения lead time разработки и уменьшения количества требуемых заказчиком доработок при выводе функционала в промышленную эксплуатацию.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрюсюк А. Б. Принципы моделирования архитектуры предприятия // E-Scio. 2019. № 7(34). С. 581–584. EDN: ERTCDB
2. Погоньшева Д. А. Инновации в управлении бизнес-процессами организации на основе использования информационных технологий // Вестник Брянского государственного университета. 2013. № 3. С. 148–151. EDN: RRYNAD
3. Джонсон Р. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. М.: Питер, 2013. 368 с. ISBN: 978-5-459-01720-5
4. Тельнов Ю. Ф., Казаков В. М., Трембач В. М. Разработка системы, основанной на знаниях, для проектирования инновационных процессов создания продукции сетевых предприятий // Бизнес-информатика. 2020. Т. 14. № 3. С. 35–53. DOI: 10.17323/2587-814X.2020.3.35.53
5. Фаулер М. Шаблоны архитектуры корпоративных приложений. Бостон: Addison-Wesley Professional, 2012. 560 с. ISBN: 978-0321127426
6. Харрисон Р. Учебное пособие по основам TOGAF 9. Нидерланды: Van Haren Publishing, 2018. 532 с. ISBN: 978-9087537418. URL: <https://publications.opengroup.org/i182> (дата обращения: 23.03.2024)
7. Штейнгарт Е. А. Бизнес-процесс как главный компонент архитектуры предприятия // Межвузовский сборник научных трудов «Актуальные проблемы социологии и управления». СПб.: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2017. С. 90–100
8. Тельнов Ю. Ф. Развитие архитектуры цифровых предприятий // Научные труды Вольного экономического общества России. 2021. № 4. С. 230–235. DOI: 10.38197/2072-2060-2021-230-4-230-235
9. Ильин И. В., Лёвина А. И., Дубгорн А. С. Цифровая трансформация как фактор формирования архитектуры и ИТ-архитектуры предприятия // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2019. С. 50–55. DOI: 10.17586/2310-1172-2019-12-3-50-55
10. Цебренок К. Н. Анализ архитектуры предприятия с использованием визуальных средств моделирования // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2021. № 8-1. С. 115–118. DOI: 10.24412/2500-1000-2021-8-1-115-118
11. Цебренок К. Н. Совершенствование архитектуры предприятия на основе функционально-структурного моделирования // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2022. № 7-2. С. 211–214. DOI: 10.24412/2500-1000-2022-7-2-211-214
12. Салакова Г., Хатджиева О., Сейиткулиев Б., Тангрыбердиева С. Архитектура однопользовательских и многопользовательских информационных систем малых и корпоративных предприятий // Инновационная наука. 2024. № 1-1. С. 27–28. EDN: FPUZKO
13. Донец Н. Ю., Клешнева Л. И. Управление архитектурой предприятий агропромышленного комплекса // Финансовые рынки и банки. 2022. № 12. С. 52–55. EDN: TRRHYX

14. Свищёв А. В., Попов Г. П. Исследование и анализ значимости грамотного проектирования ИТ-инфраструктуры и архитектуры предприятия // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2022. № 11–2. С. 121–124. DOI: 10.24412/2500-1000-2022-11-2-121-124

15. Блокдик Г. Федеративная архитектура: полное руководство. Торонто: 5STARCOOKS, 2021. 305 с. ISBN: 978-0655944164

16. Курилова А. А., Савенков Д. Л. К вопросу о диагностике архитектуры предприятия // *Азимут научных исследований: экономика и управление*. 2022. № 2(39). С. 45–48. DOI: 10.57145/27128482\_2022\_11\_02\_09

## REFERENCES

1. Androsyuk A.B. Principles of enterprise architecture modeling. *E-Scio*. 2019. No. 7(34). Pp. 581–584. EDN: ERTCDB. (In Russian)

2. Pogonysheva D.A. Innovations in managing business processes of an organization based on the use of information technologies. *Bulletin of Bryansk State University*. 2013. No. 3. Pp. 148–151. EDN: RRYNAD. (In Russian)

3. Johnson R. Techniques of object-oriented design. Design patterns. Moscow: St. Petersburg, 2013. 368 p. ISBN: 978-5-459-01720-5. (In Russian)

4. Telnov Y.F., Kazakov V.M., Trembach V.M. Development of a knowledge-based system for designing innovative processes for creating products of network enterprises. *Biznes-informatika*. Vol. 14. No. 3. 2020. Pp. 35–53. DOI: 10.17323/2587-814X.2020.3.35.53. (In Russian)

5. Fowler M. Patterns of corporate application architecture. Boston: Addison-Wesley Professional, 2012. 560 p. ISBN: 978-0321127426

6. Harrison R. TOGAF 9 Basics Tutorial. Netherlands: Van Haren Publishing, 2018. 532 p. URL: <https://publications.opengroup.org/i182> (access date: 03/23/2024). ISBN: 978-9087537418

7. Shteyngart E.A. Business process as the main component of enterprise architecture. *Interuniversity collection of scientific works "Current problems of sociology and management"*. St. Petersburg: St. Petersburg State Economic University, 2017. Pp. 90–100. (In Russian)

8. Telnov Yu.F. Development of architectures of digital enterprises. *Scientific works of the free economic society of Russia*. 2021. No. 4. Pp. 230–235. DOI: 10.38197/2072-2060-2021-230-4-230-235. (In Russian)

9. Ilyin I.V., Levina A.I., Dubgorn A.S. Digital transformation as a factor in the formation of architecture and IT architecture of an enterprise. *Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya: ekonomika i ekologicheskij menedzhment* [Scientific journal of NRU ITMO. Series: economics and environmental management]. 2019. Pp. 50–55. DOI: 10.17586/2310-1172-2019-12-3-50-55. (In Russian)

10. Tsebrenko K.N. Analysis of enterprise architecture using visual modeling tools. *International journal of humanities and natural sciences*. 2021. No. 8-1 (59). Pp. 115–118. DOI: 10.24412/2500-1000-2021-8-1-115-118. (In Russian)

11. Tsebrenko K.N. Improving enterprise architecture based on functional-structural modeling. *International journal of humanities and natural sciences*. 2022. No. 7-2. Pp. 211–214. DOI: 10.24412/2500-1000-2022-7-2-211-214. (In Russian)

12. Salakova G., Khatdzhieva O., Seyitkuliev B., Tangriberdieva S. Architecture of single-user and multi-user information systems of small and corporate enterprises. *Innovative Science*. 2024. No. 1-1. Pp. 27–28. EDN: FPUZKO. (In Russian)

13. Donets N.Y., Kleshneva L.I. Architecture management of agricultural industrial comple. *Financial markets and banks*. 2022. No. 12. Pp. 52–55. EDN: TRRHXY. (In Russian)

14. Svishchev A.V., Popov G.P. Research and analysis of the significance of competent design of IT infrastructure and enterprise architecture. *International journal of humanities and natural sciences*. 2022. No. 11–2. Pp. 121–124. DOI: 10.24412/2500-1000-2022-11-2-121-124. (In Russian)
15. Bloklik G. Federated architecture: A complete guide. Toronto: 5STARCOOKS, 2021. 305 p. ISBN: 978-0655944164
16. Kurilova A.A., Savenkov D.L. On the question of diagnostics of enterprise architecture. *Azimuth of scientific research: economics and administration*. 2022. No. 2(39). Pp. 45–48. DOI: 10.57145/27128482\_2022\_11\_02\_09. (In Russian)

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Funding.** The study was performed without external funding.

### **Информация об авторе**

**Шмонин Михаил Андреевич**, студент института информационных систем, Государственный университет управления;

109542, Россия, Москва, Рязанский проспект, 99;

mike.shmonin@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4756-1534>

### **Information about the author**

**Mikhail A. Shmonin**, Student of the Institute of Information Systems, State University of Management; 109542, Russia, Moscow, Ryazansky prospect, 99;

mike.shmonin@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4756-1534>

## Разработка сервиса прогнозирования трудоустройства студентов

К. Ч. Бжихатлов<sup>1</sup>, А. Д. Мутлу<sup>2</sup>, Л. С. Мангушева<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук  
360010, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2

<sup>2</sup>Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова  
360004, Россия, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173

<sup>3</sup>Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова  
117997, Россия, Москва, Стремянный переулок, 36

**Аннотация.** В статье представлены архитектура и программная реализация сервиса для сбора данных и прогнозирования трудоустройства студентов на основе полносвязанной нейронной сети на примере выпускников Кабардино-Балкарского государственного университета по направлениям, связанным с информационными технологиями. Сервис реализован в виде веб-сайта и позволяет обеспечить сбор, хранение и анализ данных об успеваемости, активности, трудоустройстве и условиях обучения выпускников. Представленная модель нейронной сети по результатам анкетирования студента прогнозирует основные параметры, связанные с трудоустройством, в том числе ожидаемый уровень оплаты труда, время поиска работы и степень загруженности сотрудника. При этом используемый набор входных параметров позволяет учитывать не только данные об успеваемости, но и демографические показатели, условия в регионе обучения студента. Прогнозирование условий трудоустройства может использоваться не только для выбора направления подготовки абитуриентами и построения образовательных траекторий студентами, но и для планирования изменений в программу обучения вуза. В работе приведены структура сайта, архитектура нейронной сети и описание программной реализации сервиса.

**Ключевые слова:** трудоустройство, выпускники вуза, веб-сервис, нейронная сеть, сбор данных

Поступила 08.04.2024, одобрена после рецензирования 08.05.2024, принята к публикации 12.05.2024

**Для цитирования.** Бжихатлов К. Ч., Мутлу А. Д., Мангушева Л. С. Разработка сервиса прогнозирования трудоустройства студентов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 3. С. 55–67. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-55-67

MSC: 68T05

Original article

## Development of a student employment forecasting service

K.Ch. Bzhikhatlov<sup>1</sup>, A.D. Mutlu<sup>2</sup>, L.S. Mangusheva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences  
360010, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street

<sup>2</sup>Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov  
360004, Russia, Nalchik, 173 Chernyshevsky street

<sup>3</sup>Plekhanov Russian University of Economics  
117997, Russia, Moscow, 36 Stremyanny lane

**Abstract.** The article presents the architecture and software implementation of a service for collecting data and predicting student employment based on a fully connected neural network using the example of graduates of Kabardino-Balkarian State University in areas related to information technology. The service

operates as a website and allows to collect, store and analyse data on academic performance, activity, employment and learning conditions of graduates. The presented neural network model predicts the main parameters associated with employment based on the results of a student survey, including the expected level of remuneration, job search time and employee workload. At the same time, the set of input parameters used makes it possible to take into account not only data on academic performance, but also demographic indicators and conditions in the region of the student's studies. Forecasting employment conditions can be used not only to select the direction of training for applicants and build educational trajectories for students, but also to plan changes to the university curriculum. The work provides the structure of the site, the architecture of the neural network and a description of the software implementation of the service.

**Keywords:** employment, university graduates, web service, neural network, data collection

Submitted 08.04.2024,

approved after reviewing 08.05.2024,

accepted for publication 12.05.2024

**For citation.** Bzhikhatlov K.Ch., Mutlu A.D., Mangusheva L.S. Development of a student employment forecasting service. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. Vol. 26. No. 3. Pp. 55–67. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-55-67

## ВВЕДЕНИЕ

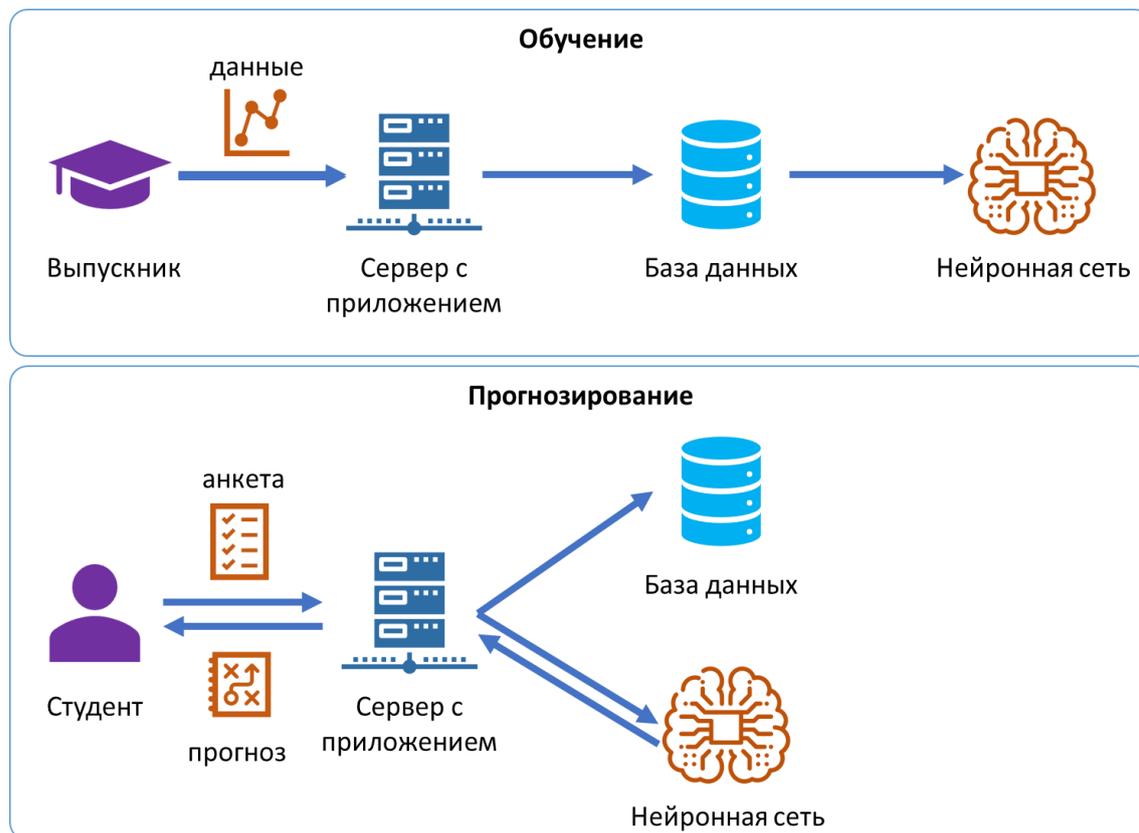
Современный этап развития вычислительной техники обеспечил активное внедрение систем интеллектуальной обработки данных, в частности искусственных нейронных сетей, в различные области деятельности. Модели на основе нейронных сетей могут применяться при оценке экономических процессов [1], распознавании образов [2], анализе текста, прогнозировании урожайности сельскохозяйственных культур [3]. Стоит отметить, что в ряде работ подробно рассматриваются и вопросы прогнозирования распределения трудовых ресурсов, в том числе и трудоустройство выпускников вузов [4]. При этом у подобных моделей прогнозирования остаются проблемы, связанные с фрагментарностью обучающей выборки. В частности, для учета особенностей распределения трудовых ресурсов в конкретном регионе (например, в Кабардино-Балкарской Республике) необходимо организовать сбор данных для обучения нейросети внутри региона. Отдельно стоит отметить, что большинство представленных решений используют оцифрованные данные, хранящиеся в системе учета успеваемости вуза, хотя не менее важным источником может стать непосредственный опрос студентов.

Целью данного исследования является разработка алгоритмов и программная реализация системы прогнозирования трудоустройства выпускников вузов на примере Института искусственного интеллекта и цифровых технологий Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х. М. Бербекова. Для этого необходимо обеспечить систему сбора данных, разработать подходящую модель нейронной сети и выполнить процесс ее обучения. Подобный сервис имеет значение не только как система оценки возможностей по трудоустройству для выпускников, но и как метод поиска неявных закономерностей между условиями обучения и трудоустройством студента.

## АРХИТЕКТУРА СЕРВИСА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТРУДОУСТРОЙСТВА СТУДЕНТОВ

Для обеспечения функционирования сервиса прогнозирования трудоустройства студентов необходимо реализовать процедуру сбора данных и обучения системы прогнозирования. Для этого на первом этапе исследования необходимо организовать сбор информации о трудоустроенных выпускниках вузов. Полученные данные попадают на сервер, где происходит их дальнейшая обработка и хранение. Полученный массив данных выступает в качестве обучающей выборки для нейронной сети.

После сбора достаточного объема данных предложенный сервис позволяет строить прогнозы по трудоустройству студентов. В этом случае пользователь (студент вуза) отправляет на сервер анкету, на базе которой сервер строит прогноз по трудоустройству студента и формирует ответ для конкретного пользователя. Как и в случае с анкетированием уже трудоустроенных студентов, полученные из запросов данные тоже попадают в базу данных. Общая архитектура работы сервиса показана на рисунке 1.



**Рис. 1.** Архитектура сервиса прогнозирования трудоустройства студентов

**Fig. 1.** Architecture of the student employment forecasting service

Для реализации подобного сервиса наиболее подходящим решением может служить веб-сайт с возможностью онлайн сбора данных и получения прогнозов. Структура разрабатываемого сайта показана на рисунке 2. После попадания на главную страницу сайта пользователь имеет возможность перейти на страницу с анкетой для сбора данных о трудоустроенных выпускниках или пройти анкетирование для получения прогноза по трудоустройству (для студентов и выпускников). После отправки анкеты на сервере генерируется ответ с результатами прогнозирования в виде html страницы. Стоит отметить, что прохождение опроса и получение прогноза не требует авторизации на сайте, что позволяет хранить данные в обезличенном формате и минимизировать время, затраченное пользователем на взаимодействие с сайтом.

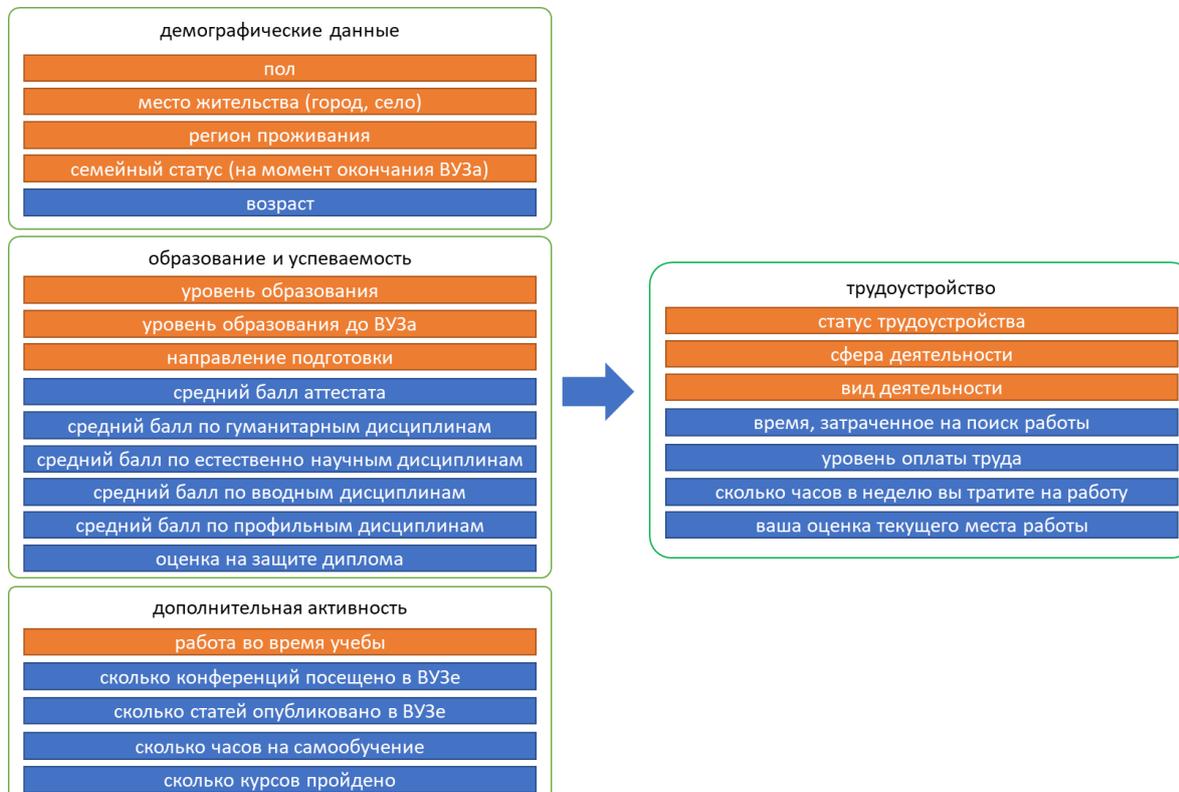
Кроме страниц для пользователя, на сайте реализован вход в учетную запись администратора, которая дает доступ к просмотру статистики и выгрузке собранных данных.



**Рис. 2.** Структура веб-сайта для прогнозирования трудоустройства студентов

**Fig. 2.** Website structure for predicting student employment

Для обеспечения адекватного прогнозирования трудоустройства необходимо подобрать набор входных и выходных параметров, на основе которых и будет обучена нейронная сеть. В случае с рассматриваемым сервисом это набор вопросов в анкете. При этом необходимо учитывать возможности появления нетривиальных закономерностей, которые может выявить нейронная сеть во время обучения. Для этого была разработана структура опросника по трудоустройству (рис. 3). В качестве входных данных рассматриваются три группы параметров: демографические данные студента, информация о его успеваемости во время обучения и данные по дополнительной активности во время учебы. В качестве выходных данных в прогнозе будут выступать несколько параметров, описывающих его трудоустройство: это наличие работы, время, затраченное на поиск работы, уровень оплаты труда, загруженность и ряд других параметров.



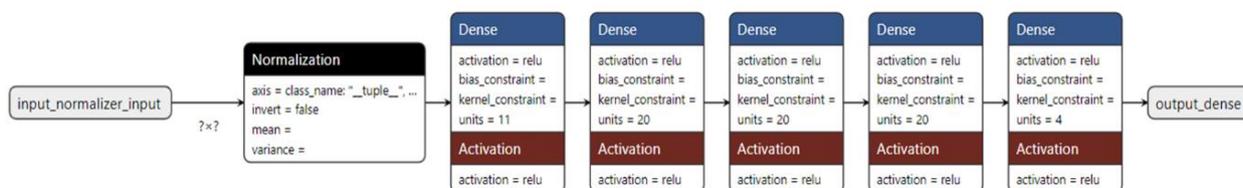
**Рис. 3.** Структура опроса по трудоустройству студентов

**Fig. 3.** Structure of the student employment survey

Учитывая, что данные собираются напрямую в виде анкетирования выпускников, количество вопросов было сведено к минимуму, в частности, успеваемость оценивалась не по каждому предмету, а по категориям. На рисунке оранжевым обозначены вопросы, предполагающие выбор одного варианта из списка предложенных, а синим – ответы в виде числового значения.

В качестве системы прогнозирования использовалась полносвязанная нейронная сеть, архитектура которой показана на рисунке 4. Входной поток данных состоит из 11 параметров, которые попадают на слой нормализации, предназначенный для приведения данных в диапазон от 0 до 1. Затем идет первый слой нейронной сети, состоящей из 11 нейронов (по числу параметров) с функцией активации ReLu (где  $f(x) = \max(0, x)$ ).

После входного слоя идут три скрытых слоя с 20 нейронами в каждом, а на выходе слой с четырьмя нейронами (по числу прогнозируемых параметров). На всех слоях сети используется функция активации ReLu. Количество нейронов на скрытых слоях выбрано с учетом необходимости поиска сложных закономерностей и минимизацией возможности переобучения нейронной сети. Согласно [5] одним из подходов является подбор количества нейронов в диапазоне от двукратного размера входного слоя до суммы количества нейронов входного и выходного слоев.



**Рис. 4.** Архитектура нейронной сети для прогнозирования трудоустройства студентов

**Fig. 4.** Neural network architecture for predicting student employment

Представленная архитектура нейронной сети достаточно проста и не требовательна к вычислительным возможностям ЭВМ, но предположительно сможет обеспечить прогнозирование искомых параметров с приемлемым уровнем точности. Стоит отметить, что при наборе большего объема данных планируется рассмотреть и другие варианты архитектуры нейронной сети.

#### ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СЕРВИСА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТРУДОУСТРОЙСТВА СТУДЕНТОВ

Существует ряд библиотек и фреймворков на базе различных языков программирования, используемых при разработке онлайн-сервисов. Например, для быстрой реализации серверной части часто используются фреймворки flask, django и fast-API для языка программирования python. Стоит отметить, что использование интерпретируемого языка программирования имеет некоторые недостатки, связанные со скоростью выполнения кода, но при этом простой синтаксис и достаточно активная поддержка позволяют минимизировать время разработки. Серверная часть сервиса прогнозирования трудоустройства студентов разработана на основе веб фреймворка flask. Данный фреймворк позволяет реализовать веб-сервер с возможностью генерации html файлов из шаблонов, работы с базами данных и работы с http запросами [6–8]. При этом популярность фреймворка позволяет достаточно просто разворачивать его на большинстве доступных хостингов. Для работы с базой данных использовалась встроенная библиотека sqlite3, позволяющая работать с базами данных SQLite. Клиентская часть сервиса реализована за счет использования языка разметки html с применением таблиц стилей css. Кроме того, для обеспечения работы интерфейса на клиентской части используется язык программирования javascript.

Сама страница сервиса собирается из двух шаблонов: общего шаблона с меню и шаблона конкретной страницы. Например, основная страница с опросом (рис. 1) состоит из блока с названием проекта, меню сайта, непосредственно опроса и нижней части сайта с данными об авторах. В меню реализован переход между всеми разделами сайта: опрос, прогнозирование, статистика и загрузка данных. Ниже находится форма с опросом, куда включены все вопросы из разделов по демографии, успеваемости, дополнительной активности и трудоустройству выпускников вузов (рис. 5). Стоит отметить, что на данном этапе акцент сделан на выпускниках Института искусственного интеллекта и цифровых технологий Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х. М. Бербекова. В дальнейшем планируется расширить спектр вопросов и вариантов ответов для построения моделей для всех направлений подготовки высшего образования.

**Сервис для прогнозирования трудоустройства студентов**

Опрос      Прогнозирование      Статистика      Данные

### Опрос

Демографические данные	
Пол	Мужской
Место жительства	Село/ деревня
Регион проживания (федеральный округ)	Северо-Кавказский
Семейный статус (на момент окончания ВУЗа)	Живу один
Возраст	20
Образование	
Уровень образования	СПО
Уровень образования на момент поступления в ВУЗ	только школа
Направление подготовки	01.03(04).02 Прикладная математика и инфс
Средний балл аттестата	5
Средний балл по гуманитарным дисциплинам	5
Средний балл по естественно-научным дисциплинам	5
Средний балл по введению в специальность	5
Средний балл по профильным дисциплинам	5
Оценка защиты дипломной работы	5
Дополнительная активность в ВУЗе	
Была ли работа во время учебы	нет
Сколько конференций вы посетили во время учебы в ВУЗе	0
Сколько статей вы опубликовали во время учебы в ВУЗе	0

*Рис. 5. Внешний вид страницы сервиса с опросом для выпускников*

*Fig. 5. View of the service page with a survey for graduates*

Для вопросов с возможностью выбора ответа каждый вариант имеет свое числовое значение (то есть у тега `select` указано значение в параметре `value`) в диапазоне от 0 до 1. Это позволяет обеспечить перевод текстовых ответов в категории и нормировать диапазон входных данных, что значительно упрощает обработку данных на входе нейронной сети.

После заполнения формы с опросом и нажатия кнопки «отправить» данные с формы в виде POST-запроса передаются на сервер, где в функции `survey()` происходит их обработка и запись информации в базу данных. Структура таблицы в базе данных соответствует структуре опроса (каждый вопрос представлен в виде числового поля в таблице) и имеет три дополнительных поля:

- `id` – уникальный идентификатор записи в базе данных,
- `datetime` – время проведения опроса или прогноза,
- `survey_type` – тип таблиц (0 – для опроса выпускников, 1 – для прогнозирования трудоустройства студентов).

Представленные данные являются основой для обучения нейронной сети, которая должна спрогнозировать условия трудоустройства для текущих студентов и выпускников вуза. В качестве библиотеки для работы с нейронными сетями использовалась реализация `keras` на базе `tensorflow`. Библиотека представляет собой высокоуровневую реализацию нейронных сетей для языка программирования `python`, позволяющую создать, обучить и использовать различные виды архитектур искусственных нейронных сетей [9–11].

Обучение нейронной сети вызывается функцией `train()`, в которой создается модель нейронной сети и указываются входящие в нее слои и параметры обучения. В качестве алгоритма оптимизации выступает алгоритм `Adam`, за функцию потерь отвечает среднеквадратичная ошибка, а в качестве метрики выступает средняя ошибка.

Затем результаты опросов из базы данных загружаются в два тензора для входных и прогнозируемых параметров. К прогнозируемым относятся статус трудоустройства, сфера деятельности организации, вид деятельности сотрудника, время поиска работы, уровень оплаты труда, степень загруженности на работе и общая оценка условий труда, а все остальные параметры являются входными для модели. Для обучения используются только данные опроса (`survey_type == 0`). Эти тензоры являются основой для обучения модели, которое происходит в несколько эпох. Для валидации используется 20 % выборки. В результате проведения обучения модель с наилучшими показателями точности сохраняется в отдельный файл для дальнейшего использования в сервисе.

Прогнозирование данных вынесено в отдельное окно, представляющее собой анкету для студентов (в которой отсутствует блок с вопросами о трудоустройстве). После заполнения анкеты эти данные также сохраняются в базе данных и отправляются на вход сохраненной модели нейронной сети. Полученные в результате выходные данные используются при генерации шаблона `html` файла с прогнозом для конкретного респондента (рис. 6). За обработку запросов на прогнозирование отвечает функция `forecast()`.

Стоит отметить, что для наглядности результаты работы нейронной сети приведены к изначальным единицам измерения и округлены до целых значений (кроме оценки места работы).

**Сервис для прогнозирования трудоустройства студентов**

Опрос    Прогнозирование    Статистика    Данные

**Прогноз**

Трудоустройство	
Ожидаемый статус трудоустройства	есть постоянная работа по специальности
Сфера деятельности организации	IT
Вид деятельности	Разработка
Время, которое будет затрачено на поиск работы после ВУЗа (месяцев)	1,0
Уровень оплаты труда (среднемесячная зарплата, в руб.)	41000,0
Сколько часов в неделю придется тратить на работу	40,0
Предполагаемая оценка условий труда (от 1 до 5)	4,2

© Мутлу А.Д., Бжихатлов К.Ч.  
ФГБОУ ВО "Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова"  
Кафедра компьютерных технологий и информационной безопасности  
г. Нальчик, 2024 г.

*Рис. 6. Страница с результатами прогнозирования трудоустройства по результатам анкетирования студента*

*Fig. 6. Page with the results of employment forecasting based on student survey results*

Сервис предоставляет возможность не только прогнозировать трудоустройство определенного студента, но и собирать и анализировать статистику, полученную в ходе анкетирования выпускников. Для работы с результатами анкетирования используется библиотека обработки больших данных `pandas`, которая обеспечивает загрузку, статистическую обработку, визуализацию и выгрузку данных [12, 13]. В частности, для оценки распределения ряда параметров в функции `statistics()` реализована загрузка содержимого базы данных в таблицу `pandas`, которая позволяет получить описание параметров. В описании выводятся следующие показания для числовых данных: количество, среднее значение, среднеквадратичное отклонение, минимальное и максимальное значения, а также медиана выборки. Все данные выводятся на веб-страницу со статистикой, показанную на рисунке 7.

На этой же странице выводится таблица коэффициентов корреляции между различными параметрами, что позволит оценить взаимосвязь некоторых факторов с трудоустройством студента. Кроме того, для оценки показателей трудоустройства по входным данным рассчитываются коэффициенты линейной регрессии. Для расчета коэффициентов линейной регрессии использовалась модель `LinearRegression` из библиотеки `sklearn`. Использование линейной регрессии в отличие от искусственных нейронных сетей позволяет заметно проще оценить возможные значения оплаты труда, времени на поиск работы и загруженности на рабочем месте по числовым параметрам из анкеты, а также отслеживать степень и характер влияния параметров на конечный результат, но при этом зачастую имеет более низкую точность [14].

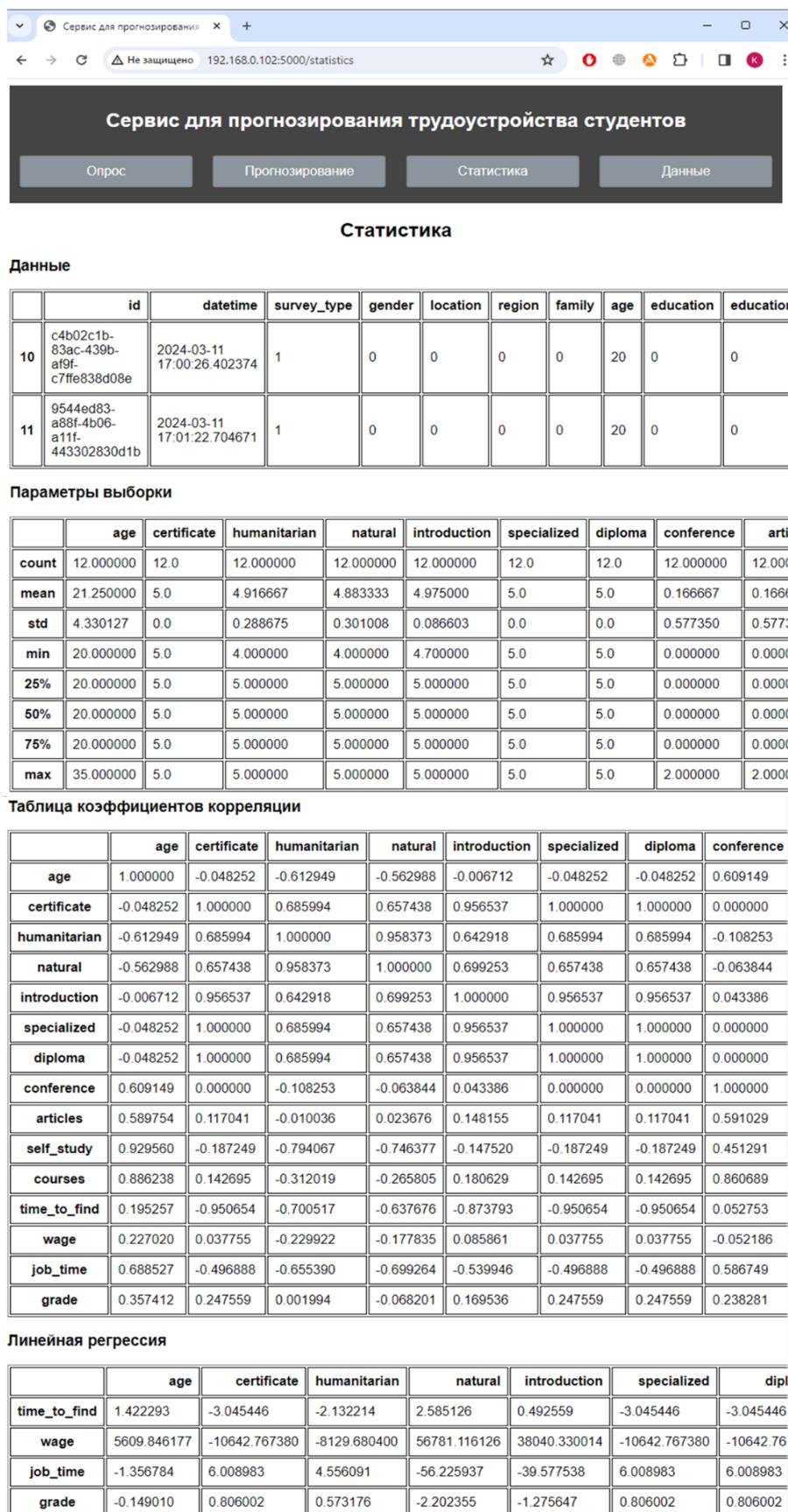


Рис. 7. Страница сервиса с данными статистического анализа результатов анкетирования

Fig. 7. Service page with data from statistical analysis of survey results

Стоит отметить, что полученные за счет pandas таблицы с результатами анализа входных данных достаточно просто сохраняются в виде html документа, что значительно упрощает добавление данных на веб-страницу сервиса. Кроме того, при необходимости данные и результат их анализа можно вывести в виде графиков за счет использования встроенных функций визуализации.

Также для более полного анализа данных реализована возможность выгрузки содержимого базы данных в виде файла с таблицей (в формате *xlsx*). За формирование и выгрузку файла также отвечает библиотека pandas, которая может сохранять свое содержимое в различных форматах, среди которых *csv*, *xlsx* и другие. Выгрузка вызывается нажатием на кнопку «Данные» в меню сайта.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный сервис позволяет обеспечить сбор и хранение данных об успеваемости и трудоустройстве выпускников, на базе которых обученная нейронная сеть может прогнозировать трудоустройство студентов вузов. Представленная модель нейронной сети по результатам анкетирования студента прогнозирует основные параметры, связанные с трудоустройством, в том числе ожидаемый уровень оплаты труда, время поиска работы и степень загруженности сотрудника. Для обеспечения приемлемой точности прогнозирования с использованием представленной модели необходимо обеспечить сбор большого объема данных. В частности, на следующем этапе работы планируется провести опрос выпускников КБГУ за последние 5 лет и продолжать ежегодный сбор данных, что позволит не только повысить точность нейронной сети, но и проанализировать набранный объем данных на предмет неявных закономерностей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Положенцева Ю. С., Согачева О. В., Ярошенко А. А. Прогнозирование динамики валового регионального продукта с использованием аппарата нейронных сетей // Естественнo-гуманитарные исследования. 2021. № 4(36). С. 235–240. DOI: 10.24412/2309-4788-2021-11303
2. Чураев Е. Н., Савченко А. В. Распознавание выражений лиц на основе адаптации классификатора видеоданных пользователя // Компьютерная оптика. 2023. № 5. С. 806–815. DOI: 10.18287/2412-6179-CO-1269
3. Заводчиков Н. Д., Спешилова Н. В., Таснаев С. С. Использование нейросетевых технологий в прогнозировании эффективности производства зерна // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 1(51). С. 216–219. EDN: ТККУМТ
4. Гайсина А. Ш., Минязев А. И., Мигранова Л. И. Цифровая модель прогнозирования трудоустройства выпускника вуза с учетом поведенческих аспектов // *Ars administrandi* (Искусство управления). 2023. Т. 15(3). С. 406–425. DOI: 10.17072/2218-9173-2023-3-406-425
5. Hinton G.E., Osindero S., Teh Y.W. A fast-learning algorithm for deep belief nets // *Neural computation*. 2006. Vol. 18(7). Pp. 1527–1554. DOI: 10.1162/neco.2006.18.7.1527
6. Косых Н. Е., Хомоненко А. Д., Куранова О. Н. Разработка web-приложения для анализа настроений текста с помощью фреймворка flask и языка python // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2022. № 1. С. 45–52. DOI: 10.36724/2409-5419-2022-14-1-45-52
7. Liang Z., Liang Z., Zheng Y. et al. Data analysis and visualization platform design for batteries using flask-based Python Web service // *World electric vehicle journal*. 2021. Vol. 12. No. 4. P. 187. DOI: 10.3390/wevj12040187

8. Aakash B., Srilakshmi A. MAGE: An efficient deployment of Python flask Web application to app engine flexible using Google Cloud platform // *Lecture Notes in networks and systems*. Springer: Singapore. 2020. Pp. 59–68. DOI: 10.1007/978-981-15-7345-3\_5

9. Качков М. С. Создание нейронной сети для решения различных прикладных задач // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. 2023. № 2. С. 339–343. DOI: 10.24412/2071-6168-2023-2-339-343

10. Fradj W.B., Turki M., Gargouri F. Deep learning based on TensorFlow and Keras for predictive monitoring of business process execution delays // *Model and Data Engineering / Springer Nature Switzerland*. 2023. Pp. 156–169. DOI: 10.1007/978-3-031-49333-1\_12

11. Balan K., Santora M., Faied M., Carmona-Galindo V. D. Study of evolution By automating hardy weinberg equilibrium with machine learning techniques in TensorFlow and Keras // *2020 Advanced Computing and Communication Technologies for High Performance Applications / Cochin, India*. 2020. Pp. 14–19. DOI: 10.1109/accthp49271.2020.9213202

12. Фартушинов Н. С. Библиотеки языка Python для машинного обучения, их возможности и преимущества // *Теория и практика современной науки*. 2020. № 5(59). С. 397–403. EDN: NXQWXV

13. Vagizov M., Potapov A., Konzhgoladze K. et al. Prepare and analyze taxation data using the Python pandas library // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing. 2021. Vol. 876. No. 1. P. 012078. DOI: 10.1088/1755-1315/876/1/012078

14. Сычугов А. Н. Применение машинного обучения для анализа технических характеристик и параметров эксплуатируемого подвижного состава на высокоскоростных железнодорожных магистралях // *Бюллетень результатов научных исследований*. 2023. № 2. С. 171–180. DOI: 10.20295/2223-9987-2023-2-171-180

## REFERENCES

1. Polozhentseva Yu.S., Sogacheva O.V., Yaroshenko A.A. Forecasting the dynamics of the gross regional product using neural networks. *Yestestvenno-gumanitarnyye issledovaniya* [Natural-humanitarian studies]. 2021. No. 4(36). Pp. 235–240. DOI: 10.24412/2309-4788-2021-11303. (In Russian)

2. Churaev E.N., Savchenko A.V. Recognition of facial expressions based on adaptation of the user video data classifier. *Computer optics*. 2023. No. 5. Pp. 806–815. DOI: 10.18287/2412-6179-CO-1269. (In Russian)

3. Zavodchikov N.D., Speshilova N.V., Taspayev S.S. The use of neural network technologies in predicting the efficiency of grain production. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University]. 2015. No. 1(51). Pp. 216–219. EDN: TKKYMT. (In Russian)

4. Gaisina A.Sh., Minyazev A.I., Migranova L.I. Digital model for predicting the employment of a university graduate taking into account behavioral aspects. *Ars administrandi*. 2023. Vol. 15(3). Pp. 406–425. DOI: 10.17072/2218-9173-2023-3-406-425. (In Russian)

5. Hinton G.E., Osindero S., Teh Y.W. A fast-learning algorithm for deep belief nets. *Neural Computation*. 2006. Vol. 18(7). Pp. 1527–1554. DOI: 10.1162/neco.2006.18.7.1527

6. Kosykh N.E., Khomonenko A.D., Kuranova O.N. Development of a web application for analyzing the sentiment of text using the flask framework and the Python language. *High technologies in earth space research. H&es research*. 2022. No. 1. Pp. 45–52. DOI: 10.36724/2409-5419-2022-14-1-45-52. (In Russian)

7. Liang Zu., Liang Zo., Zheng Y. et al. Data analysis and visualization platform design for batteries using flask-based Python Web service. *World electric vehicle journal*. 2021. Vol. 12. I. 4. P. 187. DOI: 10.3390/wevj12040187.
8. Aakash B., Srilakshmi A. MAGE: An efficient deployment of Python flask Web application to app engine flexible using Google Cloud platform. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2020. Pp. 59–68. DOI: 10.1007/978-981-15-7345-3\_5.
9. Kachkov M.S. Creation of a neural network for solving various applied problems. *Izvestiya TulGU. Tekhnicheskkiye nauki* [News of Tula State University. Technical science]. 2023. No. 2. Pp. 339–343. DOI: 10.24412/2071-6168-2023-2-339-343. (In Russian)
10. Fradj W.B., Turki M., Gargouri F. Deep learning based on TensorFlow and Keras for predictive monitoring of business process execution delays. *Model and Data Engineering*. 2023. Pp. 156–169. DOI: 10.1007/978-3-031-49333-1\_12.
11. Balan K., Santora M., Faied M. et al. Study of evolution by automating Hardy Weinberg equilibrium with machine learning Techniques In TensorFlow And Keras. *2020 Advanced Computing and Communication Technologies for High Performance Applications / Cochin, India*. 2020. Pp. 14–19. DOI: 10.1109/accthp49271.2020.9213202.
12. Fartushnov N.S. Python language libraries for machine learning, their capabilities and advantages. *Teoriya i praktika sovremennoy nauki* [Theory and practice of modern science]. 2020. No. 5(59). Pp. 397–403. EDN: NXQWXV. (In Russian)
13. Vagizov M., Potapov A., Konzhgoladze K. et al. Prepare and analyze taxation data using the Python Pandas library. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing. 2021. Vol. 876. No. 1. P. 012078. DOI: 10.1088/1755-1315/876/1/012078
14. Sychugov A.N. Application of machine learning for the analysis of technical characteristics and parameters of operating rolling stock on high-speed railways. *Byulleten' rezul'tatov nauchnykh issledovaniy* [Bulletin of Scientific Research Results]. 2023. No. 2. Pp. 171–180. DOI: 10.20295/2223-9987-2023-2-171-180. (In Russian)

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Funding.** The study was performed without external funding.

### Информация об авторах

**Бжихатлов Кантемир Чамалович**, канд. физ.-мат. наук, зав. лабораторией «Нейрокогнитивные автономные интеллектуальные системы», Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360002, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2;

haosit13@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0924-0193>, SPIN-код: 9551-5494

**Мутлу Айдан Дениз**, магистрант 2-го года обучения направления «Информатика и вычислительная техника», Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова;

360004, Россия, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173;

leroy357walll@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3792-2788>

**Мангушева Ляйля Сайяровна**, канд. экон. наук, доцент кафедры информатики, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова;  
113054, Россия, Москва, Стремянный переулок, 36;  
klyalya80@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2331-8308>

#### **Information about the authors**

**Kantemir Ch. Bzhikhatlov**, Candidate of Physical-Mathematical Sciences, Head of the Laboratory “Neurocognitive Autonomous Intelligent Systems”, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360010, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street;

haosit13@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0924-0193>, SPIN-code: 9551-5494

**Aidan D. Mutlu**, 2<sup>nd</sup> year Student in the Field of “Informatics and Computer Science”, Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov;

360004, Russia, Nalchik, 173 Chernyshevsky street;

leroy357wall@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3792-2788>

**Lyalya S. Mangusheva**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Informatics, Plekhanov Russian University of Economics;

117997, Russia, Moscow, 36 Stremyanny lane;

klyalya80@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2331-8308>

УДК 004.891; 332.1

DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-68-81

EDN: MAEUMW

Научная статья

## Концепция интеллектуальной системы моделирования экономического развития региона

И. А. Блиев, К. Ч. Бжихатлов

Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук  
360010, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2

**Аннотация.** Исследование посвящено разработке концепции интеллектуальной системы моделирования экономического развития региона, в частности взаимодействию отдельных экономических агентов между собой. Представлены структура интеллектуальной системы моделирования и архитектура мультиагентных моделей экономических агентов. В результате исследования планируется разработать методы и алгоритмы интеллектуальной системы поддержки принятия решений для управления региональным инновационным развитием. Общей целью проекта является создание комплексной системы, способствующей выработке стратегий и реализации мероприятий, направленных на активизацию и эффективное управление инновациями в региональном контексте.

**Ключевые слова:** интеллектуальная система, мультиагентные модели, система поддержки принятия решений, региональное развитие, инновационная деятельность, большие данные

Поступила 28.05.2024, одобрена после рецензирования 04.06.2024, принята к публикации 07.06.2024

**Для цитирования.** Блиев И. А., Бжихатлов К. Ч. Концепция интеллектуальной системы моделирования экономического развития региона // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 3. С. 68–81. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-68-81

### ВВЕДЕНИЕ

В условиях технологического прогресса и глобальной конкуренции интеграция инноваций в региональную социально-экономическую систему является ключевым фактором научно обоснованного управления. В этом контексте интеллектуальные системы поддержки принятия решений становятся важным инструментом для решения комплекса задач по разработке региональных инновационных стратегий и оценки инновационных проектов, где существует высокая доля неопределенности и информационной асимметрии [1]. Но, как отмечается в ряде исследований, разработка интеллектуальных систем управления на муниципальном и государственном уровне связана с рядом опасностей, среди которых возможные несоответствия принятых системой решений с нормами права [2], рост уровня безработицы [3], а также снижение налоговых отчислений [4]. Кроме того, цифровизация может приводить к неравенству возможностей граждан, связанному не только с недостатком компетенций пользователя, но и со спецификой работы интеллектуальных систем принятия решений. Например, анализ эффективности работы цифровой системы выдачи пособий в Норвегии показал заметное смещение охвата, напрямую коррелирующее с уровнем дохода семей [5], что свидетельствует о недоступности государственных систем определенным категориям граждан. При этом внедрение подобных технологий позволит заметно разгрузить систему управления региона.

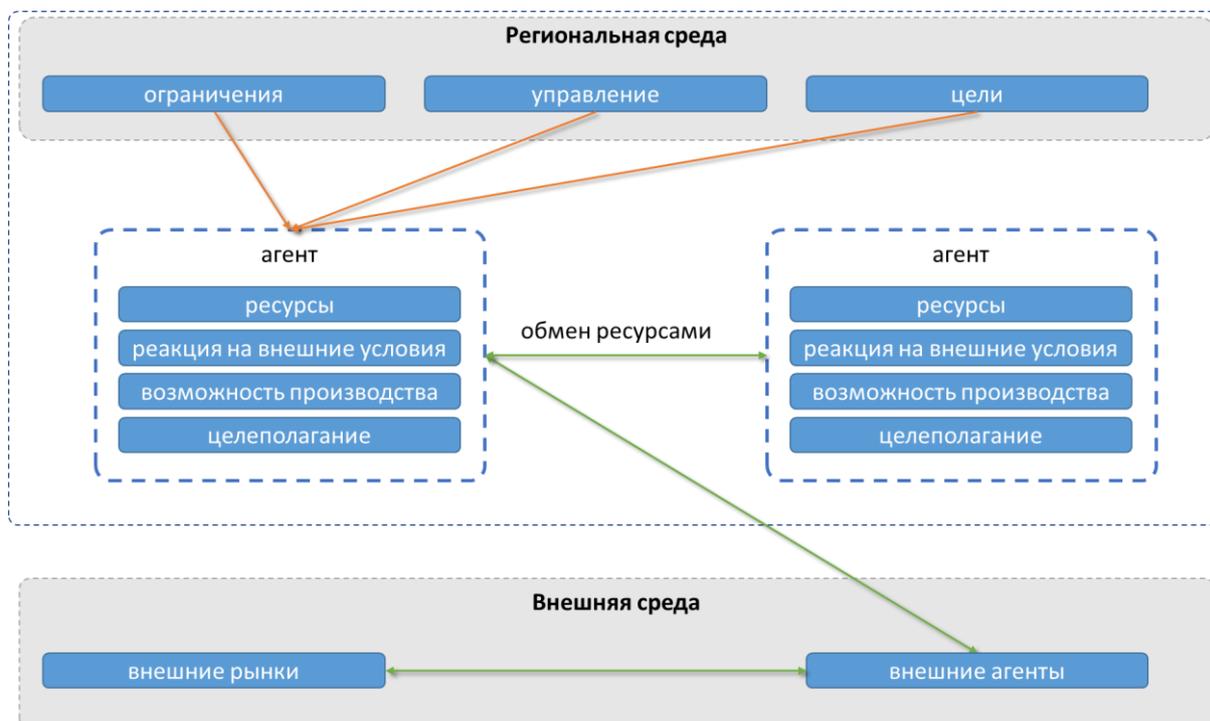
Одной из задач при разработке интеллектуальных систем государственного управления является прогнозирование ряда показателей экономического агента (организации, региона, определенной области) за счет достаточно точных моделей. Вопрос подбора наиболее актуальной модели зависит не только от конкретной задачи, но и от требований к применимости модели на практике (например, критерием может являться вычислительная сложность выбранной модели). Применяемые подходы можно поделить на использующие математическое моделирование, статистику и методы машинного обучения. В первом случае предполагается, что для экономических агентов существуют апробированные модели, описывающие перемещение ресурсов. Учитывая сложность разработки применимой модели, нередко приходится использовать статистические подходы для прогнозирования поведения экономического агента. Существуют различные подходы к моделированию экономических, социальных и демографических факторов, на основе которых строится прогноз экономического развития региона и принимаются оптимальные управленческие решения. Например, оценка демографических показателей муниципальных образований и городских округов Республики Башкортостан позволила спрогнозировать пространственную динамику трудовых ресурсов [6]. Эта работа помогла выявить направление оттока трудоспособного населения. Подобная модель в первую очередь может позволить спрогнозировать динамику экономической активности в разных регионах, а при использовании системы регулирования – обеспечить необходимую миграцию человеческих ресурсов между различными муниципальными образованиями. Похожее исследование, но уже в разрезе пространственного распределения и эволюции комплексного показателя экономической устойчивости проводилось для экономических зон Китайской Народной Республики [7]. По результатам анализа авторы отмечают высокий уровень показателя экономической устойчивости в восточном и прибрежном регионе и более низкий во внутренних и северо-западных регионах страны. При этом внутри каждого региона также наблюдается неравномерность, связанная со значительными темпами развития центральных городов каждой из провинций. Моделирование регионального экономического развития для западной части Китайской Народной Республики [8] показало влияние следующих факторов на пространственное распределение внутреннего валового продукта: общее накопление капитала, инвестиции в основной капитал, государственные финансовые расходы, человеческий капитал и количество выданных патентов. Моделирование ряда социально-экономических сценариев регионального пространственного развития (на примере Приморского и Хабаровского краев Российской Федерации) с использованием клеточных автоматов совместно с геоинформационными системами позволило определить оптимальный вектор изменений ряда экономических драйверов региона, таких как строительство дорожной сети, строительство объектов электроэнергетики, развитие электросетевой инфраструктуры, создание крупных предприятий и общий уровень экономической привлекательности региона [9]. Авторы отметили эффективность применения моделей, основанных на совместном использовании баз знаний, клеточных автоматов с данными геоинформационных систем. При этом стоит отметить достаточно широкое применение открытых геоинформационных порталов, таких как OpenStreetMap, для задач исследования пространственного распределения экономических показателей (например, уровня застройки и транспортной связанности в регионе) [10].

Среди используемых технологий исследователи рассматривают применение искусственных нейронных сетей, мультиагентного моделирования и технологии блокчейна [11]. В работе [12] рассмотрены алгоритмы обработки данных (обнаружения отклонений от нормального значения и использования алгоритма KNN) при оценке рисков и принятии решений, связанных с управлением экономикой региона. Стоит отметить, что интеллектуальные системы

(чаще всего основанные на применении искусственных нейронных сетей) активно используются для управления отдельными сферами экономической деятельности (от регулирования транспортных потоков [13] до управления процессом утилизации отходов [14]).

### КОНЦЕПЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

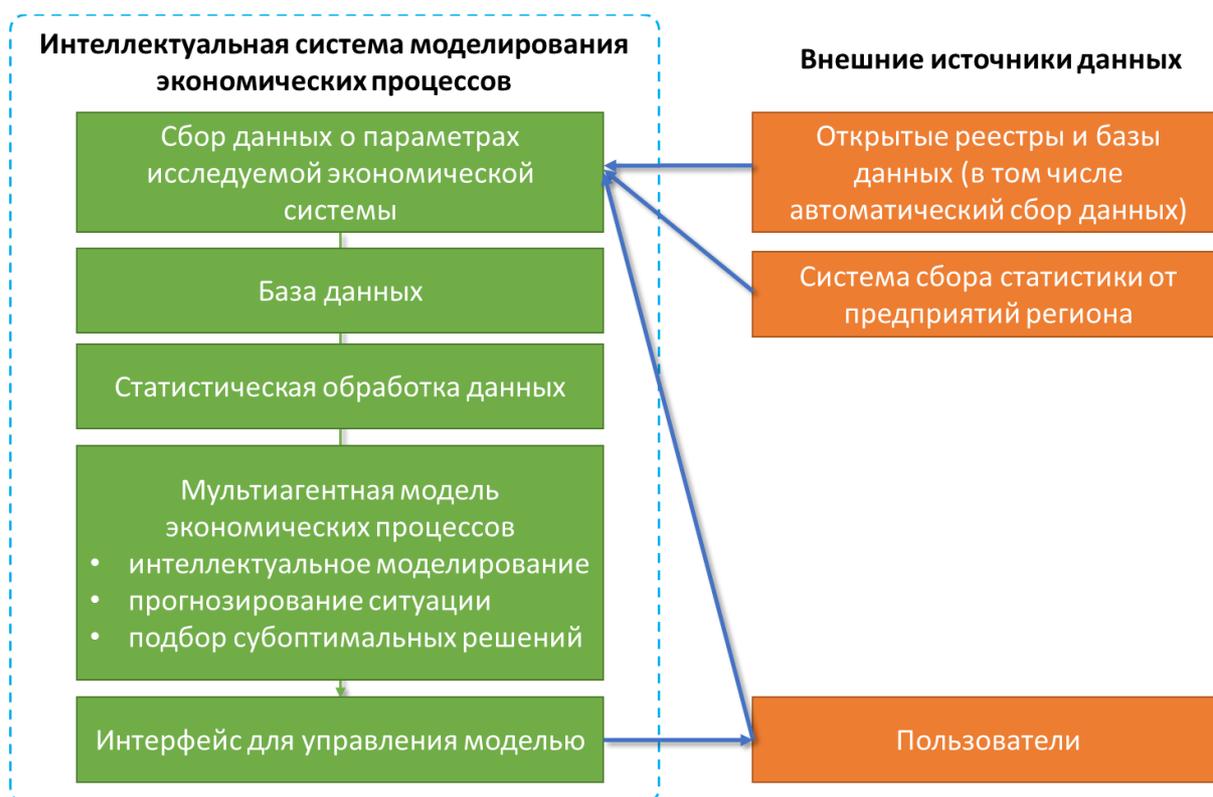
При разработке интеллектуальной системы моделирования экономического развития региона необходимо обеспечить максимально точное моделирование ряда показателей, связанных с движением трудовых ресурсов, производством и реализацией товаров и услуг, а также учет влияния системы регионального управления на эти показатели. Для создания такой модели может быть использован мультиагентный подход, предполагающий моделирование поведения каждого отдельного агента. Несмотря на значительную вычислительную нагрузку, такая модель позволяет прогнозировать сложные процессы, описываемые за счет взаимодействия множества разнородных агентов в системе. В частности, для моделирования поведения региональной экономики предлагается разработать модель, состоящую из набора отдельных экономических агентов, отвечающих за поведение всех акторов (производство, ритейл, трудовые ресурсы и т.д.). При этом каждый агент определяется набором доступных ресурсов, а также базой знаний, описывающей реакцию на внешние условия (изменения на рынке труда, в системе налогообложения и т.д.). Кроме того, если агент является производителем какого-либо из ресурсов, то в модели агента необходимо описание требуемых ресурсов и возможностей производства. При этом поведение агента определяется некоторой целевой функцией, зависящей от конкретной группы. В качестве целевой функции может выступать максимизация выгоды, объем накопленных ресурсов, уровень качества жизни и другие параметры как отдельного агента, так и региональной экономики в целом. Структура предложенной системы моделирования региональной экономики показана на рисунке 1.



**Рис. 1.** Структура мультиагентной модели региональной экономики

Как видно из рисунка, в качестве основного инструмента взаимодействия агенты используют возможность обмена ресурсами между собой и внешней средой, представленной внешними рынками и агентами. При этом на агентов влияют не только другие агенты, но и региональная среда, которая отвечает за ограничения действий агентов и некоторые управленческие воздействия. Кроме того, рассматривается возможность корректирования целей агентов (если агент является напрямую подчиненной структурой, например, государственным учреждением).

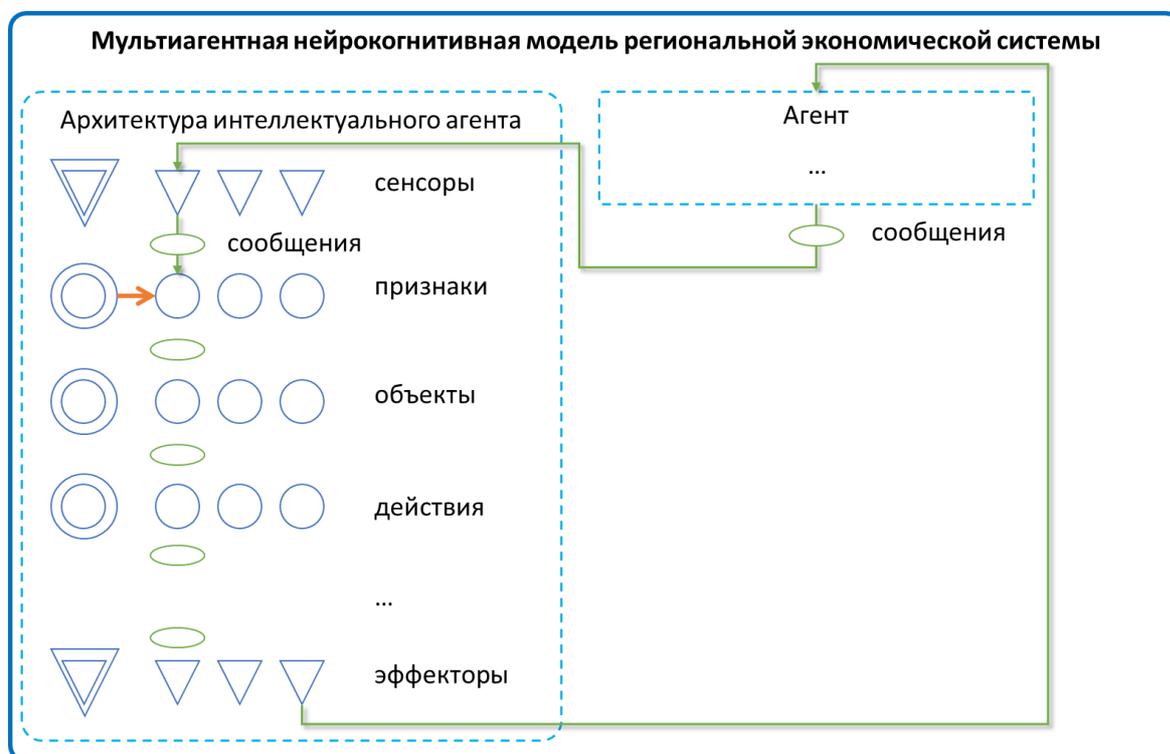
Для обеспечения работы подобной системы необходим сбор данных. В частности, требуется реализация автоматического анализа открытых реестров и баз данных, а также системы сбора статистики. Подобная система позволит получить некоторое представление о региональной экономике и поведении агентов в ней, что необходимо для заполнения баз знаний агентов в модели. При этом необходимо учитывать практическую нереализуемость сбора полной и точной статистики. Полученная информация отправляется в базу данных для дальнейшего статистического анализа. Уже эти данные являются входными параметрами для мультиагентной модели экономических процессов, происходящих в регионе. Результаты моделирования передаются пользователю. Стоит отметить, что интерфейс системы должен позволять менять условия моделирования и иметь возможность работы с несколькими пользователями одновременно. На рисунке 2 приведена структура подобной системы моделирования.



*Рис. 2. Структура интеллектуальной системы моделирования экономических процессов*

В качестве формализма системы интеллектуального моделирования рассматриваются мультиагентные нейрокогнитивные архитектуры [15], основанные на моделировании проактивных нейронов. Используемая модель нейрона в отличие от классических нейронных сетей предполагает наличие собственной базы знаний и целевой функции, а также разделение по

типам. Взаимодействие же между нейронами осуществляется за счет динамически заключаемых и расторгаемых контрактов, отвечающих за обмен информацией и энергией. Структура подобной мультиагентной модели показана на рисунке 3.



*Рис. 3. Базовая архитектура мультиагентной нейрокогнитивной модели*

Модель включает в себя множество отдельных интеллектуальных агентов, каждый из которых состоит из нескольких функциональных групп нейронов (слоев), где присутствует специальный нейрон, имеющий возможность создавать новые нейроны в архитектуре. Обмен сообщениями между слоями архитектуры, а также между сенсорами и эффекторами разных агентов позволяет системе строить план действий, обеспечивающий максимизацию целевой функции всего интеллектуального агента в целом. В перспективе применение подобного формализма позволит моделировать более сложные процессы поведения отдельных агентов, что обеспечит прогностическую точность разрабатываемой модели.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенного исследования была разработана концепция интеллектуальной системы моделирования экономических процессов, которая может стать частью системы управления инновационным развитием региона. Приведена структура мультиагентной модели региональной экономики, в которой рассматриваются отдельные экономические агенты, а также внешняя среда и региональная система управления. Поведение агента в подобной модели определяется набором доступных ресурсов, производственными возможностями, базой знаний, отвечающей за реакцию на внешние условия и целевой функцией агента. В качестве формализма системы моделирования агентов предполагается использование мультиагентных нейрокогнитивных архитектур. Предложенная архитектура обеспечит моделирование сложных процессов взаимодействия экономических агентов вплоть до движения ресурсов в зависимости от внешних условий и решений, принятых региональной системой управления.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Gurtuev A., Makhosheva S., Ivanov Z., Khadzhieva M.* Theoretical and methodological foundations for the development and formal model of behavior of a subject of a multi-level innovation environment with information asymmetry // *BIO Web of conferences*. 2024. Vol. 84. P. 4017. DOI: 10.1051/e3sconf/202346003024
2. *Zalnieriute M., Bennett Moses L., Williams G.* The rule of law and automation of government decision-making // *Modern law review*. 2019. Vol. 82. No. 3. Pp. 425–455. DOI: 10.1111/1468-2230.12412
3. *Zhao B.* Analysis on the negative impact of AI development on employment and its countermeasures // *SHS Web of conferences*. 2023. Vol. 154. P. 03022. DOI: 10.1051/shsconf/202315403022
4. *Casas P., Torres J.L.* Government size and automation // *International tax and public finance*. 2024. DOI: 10.1007/s10797-024-09833-0
5. *Larsson K.G.* Digitization or equality: When government automation covers some, but not all citizens // *Government information quarterly*. 2021. Vol. 38. No. 1. P. 101547. DOI: 10.1016/j.giq.2020.101547
6. *Lakman I.A., Gorshechnikova A.V., Shamsutdinova N.K., Prudnikov V.B.* Spatial modeling of human potential in the Republic of Bashkortostan // *Statistics and economics*. 2019. Vol. 16. No. 4. Pp. 35–44. DOI: 10.21686/2500-3925-2019-4-35-44
7. *Cheng K., Wang X., Liu S., Zhuang Y.* Spatial differences and dynamic evolution of economic resilience: from the perspective of China's eight comprehensive economic zones // *Economic change and restructuring*. 2024. Vol. 57. No. 2. DOI: 10.1007/s10644-024-09665-2
8. *Zhang J., Liu Q., Wang C., Li H.* Spatial-temporal modeling for regional economic development: A quantitative analysis with panel data from Western China // *Sustainability*. 2017. Vol. 9. No. 11. P. 1955. DOI: 10.3390/su9111955
9. *Musikhin I., Karpik A.* Use of GIS technology and cellular automata for modeling multiple socio-economic scenarios of regional spatial development and inter-regional cooperation // *Geo-spatial information science*. 2023. Vol. 26. No. 1. Pp. 1–23. DOI: 10.1080/10095020.2023.2182237
10. *Wang Z., Zheng J., Han C. et al.* Exploring the potential of OpenStreetMap Data in regional economic development evaluation modeling // *Remote sensing*. 2024. Vol. 16. No. 2. P. 239. DOI: 10.3390/rs16020239
11. *Kassen M.* Blockchain and e-government innovation: Automation of public information processes // *Information systems*. 2022. Vol. 103. P. 101862. DOI: 10.1016/j.is.2021.101862
12. *Wang H.* Application of intelligent analysis based on project management in development decision-making of regional economic development // *Applied artificial intelligence*. 2023. Vol. 37. No. 1. DOI: 10.1080/08839514.2023.2204263
13. *Das D., Banerjee S., Chatterjee P. et al.* Design and development of an intelligent transportation management system using blockchain and smart contracts // *Cluster computing*. 2022. Vol. 25. No. 3. Pp. 1899–1913. DOI: 10.1007/s10586-022-03536-z
14. *Ng K.S., Yang A.Y.* Development of a system model to predict flows and performance of regional waste management planning: A case study of England // *Journal of environmental management*. 2023. Vol. 325. P. 116585. DOI: 10.1016/j.jenvman.2022.116585
15. *Nagoev Z., Pshenokova I., Pshenokova I. et al.* Learning algorithm for an intelligent decision making system based on multi-agent neurocognitive architectures // *Cognitive systems research*. 2021. Vol. 66. Pp. 82–88. DOI: 10.1016/j.cogsys.2020.10.015

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

### **Информация об авторах**

**Блиев Имран Амурбекович**, аспирант Научно-образовательного центра, Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360002, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2;

bliev.imran@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6640-8395>, SPIN-код: 6119-2238

**Бжихатлов Кантемир Чамалович**, канд. физ.-мат. наук, зав. лабораторией «Нейрокогнитивные автономные интеллектуальные системы», Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360002, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2;

haosit13@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0924-0193>, SPIN-код: 9551-5494

UDC 004.891, 332.1

MSC: 68T42, 91-10

DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-68-81

EDN: MAEUMW

Original article

## The concept of an intelligent system for modeling economic development of the region

I.A. Bliev, K.Ch. Bzhikhatlov

Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences  
360010, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street

**Abstract.** The study is devoted to the concept of an intelligent system for modeling the economic development of a region, and especially to the interaction of individual economic agents with each other. The article presents the structure of an intelligent modeling system and the architecture of multi-agent models of economic agents. The result of the research is planned to be methods and algorithms for an intelligent decision support system for managing regional innovative development. The overall goal of the project is to create a complex system that facilitates the strategies development and the activities implementation aimed at enhancing and effectively managing of innovation in the regional context.

**Keywords:** intelligent system, multiagent models, decision making system, regional development, innovation, big data

Submitted 28.05.2024,

approved after reviewing 04.06.2024,

accepted for publication 07.06.2024

**For citation.** Bliev I.A., Bzhikhatlov K.Ch. The concept of an intelligent system for modeling economic development of the region. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. Vol. 26. No. 3. Pp. 68–81. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-68-81

### INTRODUCTION

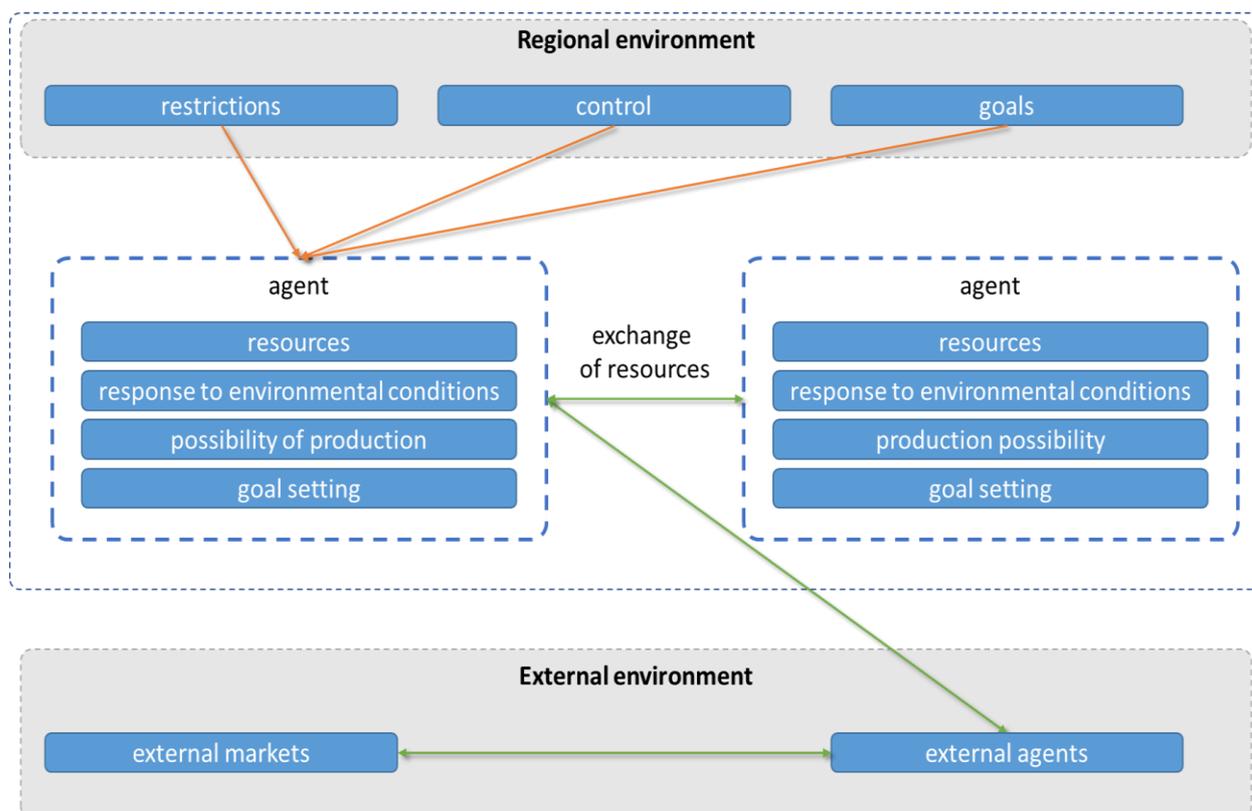
In the context of technological progress and global competition, the integration of innovations into the regional socio-economic system is a key factor in science-based management. In this context, intelligent decision support systems are becoming an important tool for providing solutions to a set of problems in developing regional innovation strategies, and evaluating innovative projects where there is a high degree of uncertainty and information asymmetry [1]. But, as noted in a number of studies, the development of intelligent management systems at the municipal and state levels is associated with a number of dangers, including possible inconsistencies of decisions made by the system with the rules of law [2], an increase in the unemployment rate [3], as well as a decrease in tax deductions [4]. In addition, digitalization can lead to inequality of opportunities for citizens, associated not only with a lack of user competencies, but also with the operation specifics of the intelligent decision-making systems. For example, an analysis of the effectiveness of the digital benefit system in Norway showed a noticeable shift in coverage, directly correlating with the level of family income [5], which indicates the inaccessibility of government systems to certain categories of citizens. At the same time, the introduction of such technologies will significantly relieve the regional management system and simplify the decision-making process.

One of the tasks of developing intelligent public administration systems is to ensure the prediction of several indicators of an economic agent (organization, region, certain area) through accurate enough models. The question of selecting the most relevant model depends not only on the specific task, but also on the requirements for the model applicability in practice (for example, the criterion may be the computational complexity of the selected model). The approaches used can be divided into three groups: using mathematical modeling, statistics and machine learning methods. In the first case, it is assumed that there are proven models for economic agents that describe the movement of resources. Taken into account the complexity of an applicable model development, it is often necessary to use statistical approaches to predict the behavior of an economic agent. There are various approaches to model economic, social and demographic factors, based on which the economic development forecast of the region is built and optimal management decisions are made. For example, a demographic indicators assessment of municipalities and urban districts of the Republic of Bashkortostan made it possible to predict the spatial dynamics of labor resources [6]. This work allowed the authors to identify the direction of the working-age population outflow. Such a model, first of all, can make it possible to predict the dynamics of economic activity in different regions, and when using a regulatory system, ensure the necessary dynamics of human resources between different municipalities. A similar study, but in the context of spatial distribution and evolution of a comprehensive indicator of economic sustainability, was carried out for economic zones in China [7]. Based on the results of the analysis, the authors note a high level of economic sustainability in the eastern and coastal regions, and a lower level in the inland and northwestern regions of China. At the same time, within each region there is also unevenness associated with the significant difference of the central city's development in each province. Modeling of regional economic development for the western part of China [8] showed the influence of the following factors on the spatial distribution of gross domestic product: total capital formation, investment in fixed assets, government financial expenditures, human capital and the number of patents issued. Modeling a number of socio-economic scenarios for regional spatial development (based on the examples of the Primorsky and Khabarovsk Territories of the Russian Federation) using cellular automata in conjunction with geographic information systems made it possible to determine the dynamics of changes in a number of regional indicators, such as the construction of a road network, the construction of electric power facilities, the development of electrical grid infrastructure, the creation of large enterprises and the general level of economic attractiveness of the region [9]. The authors noted the effectiveness of using models based on the joint use of cellular automata with data obtained from geographic information systems. At the same time, it is worth noting the fairly widespread use of open geoinformation portals, such as OpenStreetMap, for the tasks of studying the spatial distribution of economic indicators (for example, the level of development and transport connectivity in the region) [10].

Among the technologies researchers consider the use of artificial neural networks, multi-agent modeling and blockchain technology [11]. The work [12] discusses data processing algorithms (detecting deviations from the normal value and using the KNN algorithm) when assessing risks and making decisions related to managing the regional economy. It is worth noting that intelligent systems (most often based on the use of artificial neural networks) are actively used to manage certain areas of economic activity (from regulating traffic flows [13] to managing the waste disposal process [14]).

CONCEPT OF AN INTELLIGENT SYSTEM FOR MODELING  
ECONOMIC PROCESSES

While developing an intelligent system for modeling the economic development of a region, it is necessary to ensure the most accurate modeling of indicators related to the movement of labor resources, production and sale of goods and services, as well as taking into account the influence of the regional management system on these indicators. To create such a model, a multi-agent approach can be used, which involves modeling the behavior of individual agent. Despite the significant computational load, such models make it possible to predict complex processes described through the interaction of many heterogeneous agents in the system. In particular, to model the behavior of regional economy, it is proposed to develop a model consisting of a set of individual economic agents responsible for the behavior of all actors (production, retail, labor resources, etc.). At the same time, each agent is determined by a set of available resources, as well as a knowledge base that describes the reaction to external conditions (changes in the labor market, tax system, etc.). In addition, if the agent is a producer of any resources, then the agent model requires a description of the required resources and production capabilities. In this case, the agent's behavior is determined by some target function depending on a specific group. The objective function can be maximization of benefits, the volume of accumulated resources, the level of quality of life and other parameters of an individual agent and the regional economy as a whole. The structure of the proposed regional economic modeling system is shown in Figure 1.

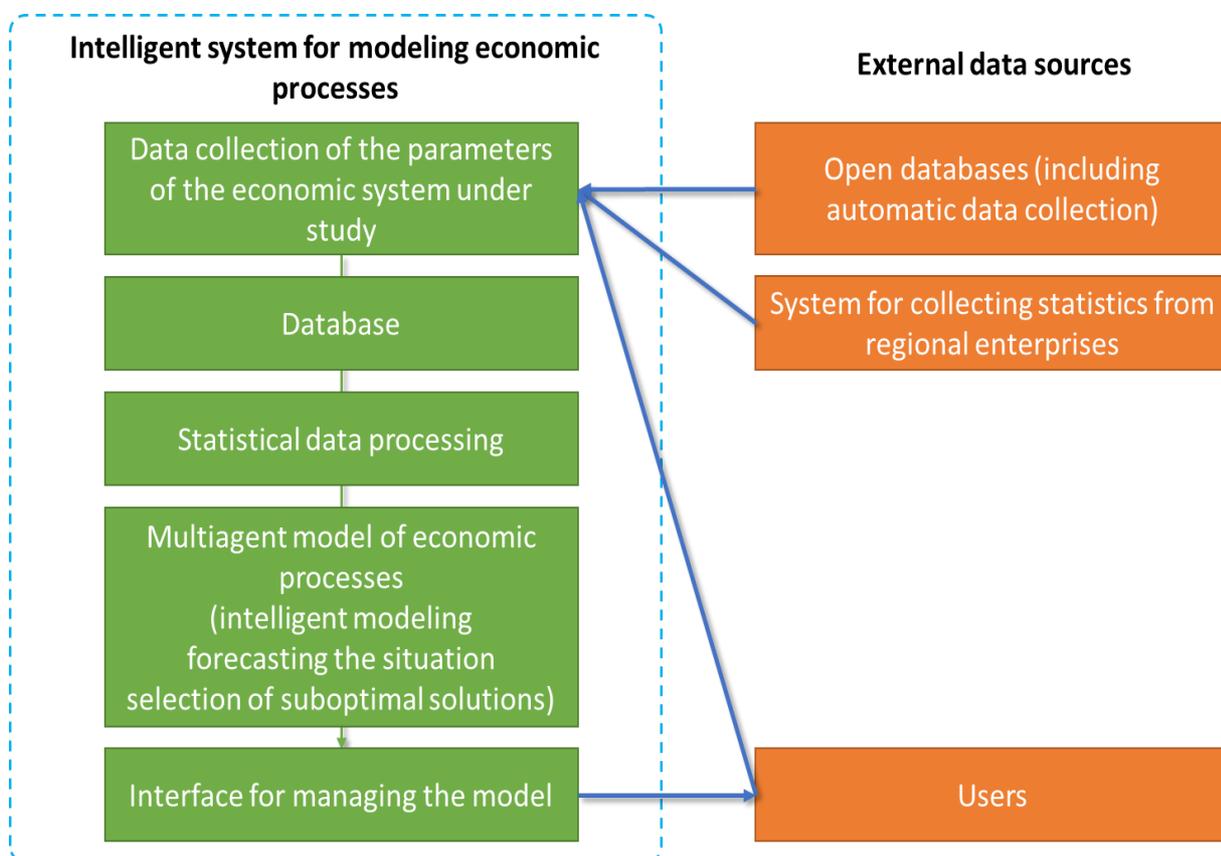


**Fig. 1.** Structure of a multiagent model of a regional economy

As can be seen from the figure, agents use the opportunity to exchange resources between themselves and the external environment, represented by external markets and agents as the

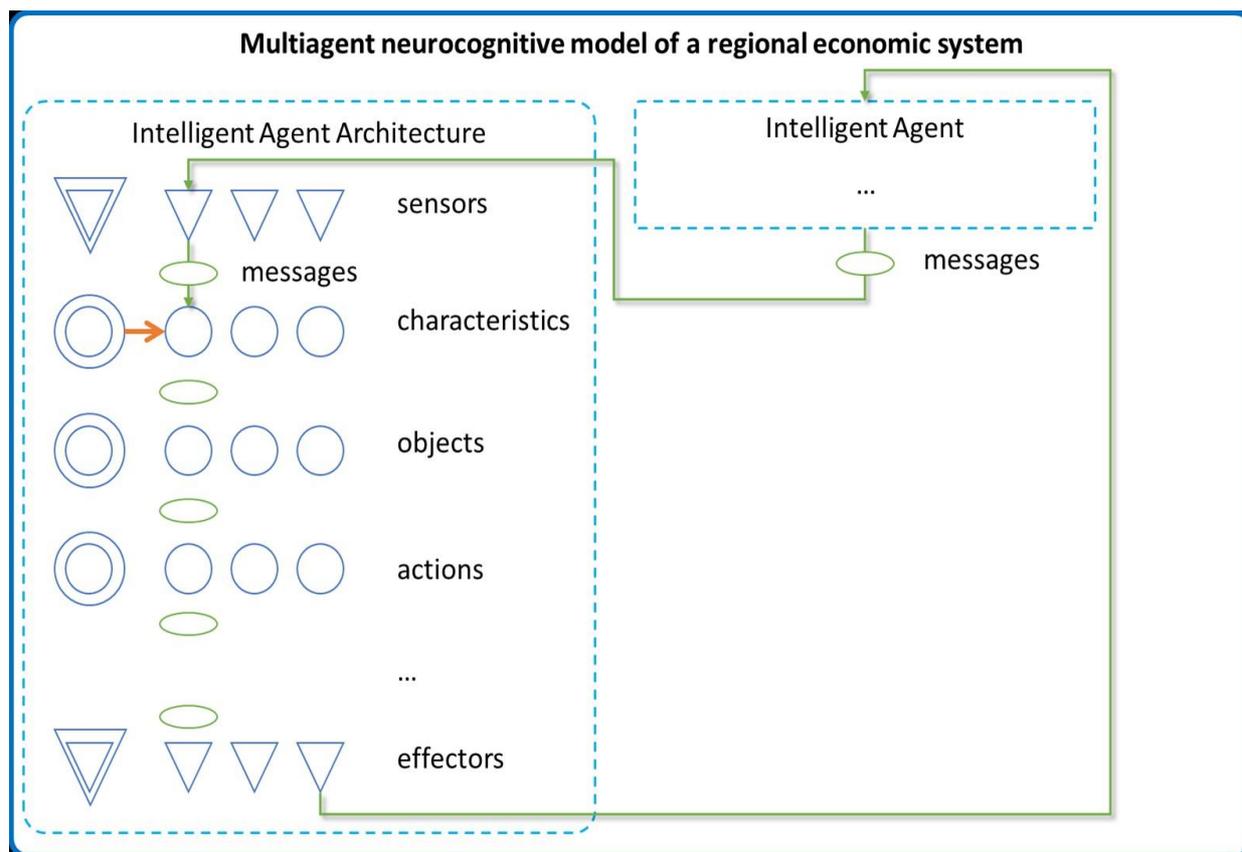
main tool of interaction. At the same time, agents are influenced not only by other agents, but also by the regional environment, which is responsible for limiting the actions of agents and some managerial influences. Moreover, the possibility of adjusting the goals of agents is considered (if the agent is a directly subordinate structure, e.g., a government agency).

Data collection is necessary to ensure the operation of such a system. In particular, it is required to implement automatic analysis of open registers and databases, as well as a statistics collection system. Such a system will provide some insight into the regional economy and the behavior of agents in it, which is necessary to fill the knowledge bases of agents in the model. It is necessary to take into account the practical impossibility of collecting complete and accurate statistics. The obtained information is sent to the database for further statistical analysis. These data are input parameters for a multi-agent model of economic processes occurring in the region. The simulation results are transmitted to the user. It is worth noting that the system interface should allow changing modeling conditions and be able to work with several users simultaneously. Figure 2 shows the structure of such a modeling system.



*Fig. 2. Structure of an intelligent system for modeling economic processes*

Multi-agent neurocognitive architectures [15], based on the modeling of proactive neurons, are considered as a formalism for an intelligent modeling system. In contrast to classical neural networks the used neuron model assumes the presence of its own knowledge base and target function, as well as separation by type. Interaction among neurons is carried out via dynamically concluded and terminated contracts responsible for the exchange of information and energy. The structure of such a multi-agent model is shown in Figure 3.



*Fig. 3. Basic architecture of the multiagent neurocognitive model*

The model includes many individual intelligent agents, each of which consists of several functional groups of neurons (layers), where there is a special neuron that is capable of creating new neurons in the architecture. The exchange of messages among the layers of the architecture, as well as among the sensors and effectors of different agents, allows the system to build an action plan that maximizes the target function of the entire intelligent agent as a whole. The use of such a formalism in the future will make it possible to simulate more complex processes of individual agents behavior, which will ensure the predictive accuracy of the developed model.

### CONCLUSIONS

In the course of the study the concept of an intelligent system for modeling economic processes was developed, which can become part of the system for managing the innovative development of the region. The structure of a multi-agent model of a regional economy is presented, which considers individual economic agents, as well as the external environment and regional management system. The agent behavior in such a model is determined by the set of available resources, production capabilities, the knowledge base responsible for responding to external conditions, and the agent's target function. The formalism of the agent modeling system is to use multi-agent neurocognitive architectures. The proposed architecture will provide modeling of complex processes of interaction among economic agents, up to the movement of resources depending on external conditions and decisions made by the regional management system.

## REFERENCES

1. Gurtuev A., Makhosheva S., Ivanov Z., Khadzhieva M. Theoretical and methodological foundations for the development and formal model of behavior of a subject of a multi-level innovation environment with information asymmetry. *BIO Web of conferences*. 2024. Vol. 84. P. 4017. DOI: 10.1051/e3sconf/202346003024
2. Zalnieriute M., Bennett Moses L., Williams G. The rule of law and automation of government decision-making. *Modern law review*. 2019. Vol. 82. No. 3. Pp. 425–455. DOI: 10.1111/1468-2230.12412
3. Zhao B. Analysis on the negative impact of AI development on employment and its countermeasures. *SHS Web of conferences*. 2023. Vol. 154. P. 03022. DOI: 10.1051/shsconf/202315403022
4. Casas P., Torres J.L. Government size and automation. *International tax and public finance*. 2024. DOI: 10.1007/s10797-024-09833-0
5. Larsson K.G. Digitization or equality: When government automation covers some, but not all citizens. *Government information quarterly*. 2021. Vol. 38. No. 1. P. 101547. DOI: 10.1016/j.giq.2020.101547
6. Lakman I.A., Gorshechnikova A.V., Shamsutdinova N.K., Prudnikov V.B. Spatial modeling of human potential in the Republic of Bashkortostan. *Statistics and economics*. 2019. Vol. 16. No. 4. Pp. 35–44. DOI: 10.21686/2500-3925-2019-4-35-44
7. Cheng K., Wang X., Liu S., Zhuang Y. Spatial differences and dynamic evolution of economic resilience: from the perspective of China's eight comprehensive economic zones. *Economic change and restructuring*. 2024. Vol. 57. No. 2. DOI: 10.1007/s10644-024-09665-2
8. Zhang J., Liu Q., Wang C., Li H. Spatial-temporal modeling for regional economic development: A quantitative analysis with panel data from Western China. *Sustainability*. 2017. Vol. 9. No. 11. P. 1955. DOI: 10.3390/su9111955
9. Musikhin I., Karpik A. Use of GIS technology and cellular automata for modeling multiple socio-economic scenarios of regional spatial development and inter-regional cooperation. *Geo-spatial information science*. 2023. Vol. 26. No. 1. Pp. 1–23. DOI: 10.1080/10095020.2023.2182237
10. Wang Z., Zheng J., Han C. et al. Exploring the potential of OpenStreetMap Data in regional economic development evaluation modeling. *Remote sensing*. 2024. Vol. 16. No. 2. P. 239. DOI: 10.3390/rs16020239
11. Kassen M. Blockchain and e-government innovation: Automation of public information processes. *Information systems*. 2022. Vol. 103. P. 101862. DOI: 10.1016/j.is.2021.101862
12. Wang H. Application of intelligent analysis based on project management in development decision-making of regional economic development. *Applied artificial intelligence*. 2023. Vol. 37. No. 1. DOI: 10.1080/08839514.2023.2204263
13. Das D., Banerjee S., Chatterjee P. et al. Design and development of an intelligent transportation management system using blockchain and smart contracts. *Cluster computing*. 2022. Vol. 25. No. 3. Pp. 1899–1913. DOI: 10.1007/s10586-022-03536-z
14. Ng K.S., Yang A.Y. Development of a system model to predict flows and performance of regional waste management planning: A case study of England. *Journal of environmental management*. 2023. Vol. 325. P. 116585. DOI: 10.1016/j.jenvman.2022.116585
15. Nagoev Z., Pshenokova I., Pshenokova I. et al. Learning algorithm for an intelligent decision making system based on multi-agent neurocognitive architectures. *Cognitive systems research*. 2021. Vol. 66. Pp. 82–88. DOI: 10.1016/j.cogsys.2020.10.015

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

**Funding.** The study was performed without external funding.

#### **Information about the authors**

**Imran A. Bliev**, Post-graduate Student, Scientific and Educational Center, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360002, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street;

bliev.imran@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6640-8395>, SPIN-code: 6119-2238

**Kantemir Ch. Bzhikhatlov**, Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Head of the “Neurocognitive Autonomous Intelligent Systems” laboratory, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360002, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street;

haosit13@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0924-0193>, SPIN-code: 9551-5494

УДК 004.9

Обзорная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-82-91

EDN: STSIYO

## Обзор пищевой аллергии и информационных систем для анализа меню как инструмента контроля пищевых аллергенов

С. В. Коршиков<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Новосибирский государственный университет экономики и управления  
630099, Россия, г. Новосибирск, ул. Каменская, 52/1

<sup>2</sup>ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора  
630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7

**Аннотация.** В статье представлен краткий обзор публикационной активности по проблемам пищевой аллергии и информационным системам в сфере организации сбалансированного и безопасного питания на примере пищевой аллергии. Исследование проводилось на материалах, находящихся в базах данных «eLIBRARY», «PubMed», с применением «Bibliometrix» и языка программирования R. Приводятся распределения публикаций, обзор научных достижений в области пищевой аллергии. Используются измерение и сравнение в качестве методов эмпирического исследования. Для более детального технологического анализа меню на пищевые аллергены предлагается методика, основанная на учете зависимости «доза-эффект».

**Ключевые слова:** пищевая аллергия, анализ меню, информационные системы, информационные технологии, питание, доза-эффект

Поступила 27.04.2024, одобрена после рецензирования 31.05.2024, принята к публикации 03.06.2024

**Для цитирования.** Коршиков С. В. Обзор пищевой аллергии и информационных систем для анализа меню как инструмента контроля пищевых аллергенов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 3. С. 82–91. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-82-91

MSC: 68T09

Review article

## A review of food allergy and information systems for menu analysis as a tool for food allergen control

S.V. Korshikov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Novosibirsk State University of Economics and Management  
630099, Russia, Novosibirsk, 52/1 Kamenskaya street

<sup>2</sup>FBSI “Novosibirsk Research Institute of Hygiene”  
630108, Russia, Novosibirsk, 7 Parkhomenko street

**Abstract.** The article presents a brief review of publication activity on food allergy and information systems in the organization of a balanced and safe diet, using food allergy as an example. The study was conducted on the materials in the databases “eLIBRARY”, “PubMed” with the use of “Bibliometrix” and programming language R. The distribution of publications and a review of scientific achievements in the field of food allergies are provided. Measurement and comparison are used as empirical research methods. For a more detailed technological analysis of food allergens in menus, a methodology based on the dose-effect relationship is proposed.

**Keywords:** food allergy, menu analysis, information systems, information technologies, nutrition, dose-effect

Submitted 27.04.2024,

approved after reviewing 31.05.2024,

accepted for publication 03.06.2024

**For citation.** Korshikov S.V. A review of food allergy and information systems for menu analysis as a tool for food allergen control. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. Vol. 26. No. 3. Pp. 82–91. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-82-91

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день возросла роль информационных систем (ИС) в области разработки меню, функционал которых направлен на выполнение множества процессов, начиная от внесения продуктов с пищевой ценностью до детального анализа готового меню, в том числе на безопасность для детей с пищевой аллергией. Совокупность сфер пищевой аллергии с информационными технологиями представляет интерес для исследования публикационной активности по полученным за последние годы научным результатам и выявленным противоречиям с предложениями по их преодолению.

## ПИЩЕВАЯ АЛЛЕРГИЯ И ПРОФИЛЬНЫЕ ИС

Проблемам пищевой аллергии и технологиям для анализа меню посвящено множество публикаций. Сформированы 10 запросов для поиска в базе данных (БД) научной электронной библиотеки «eLIBRARY», поступивших за все время. На рисунке 1 представлен метод поиска статей с параметрами «искать с учетом морфологии» и «искать похожий текст».

The screenshot displays the search interface of the eLIBRARY database. The search query is "Информационные системы для анализа меню на пищевые аллергены". The search criteria are set to "Информатика". The search parameters include "искать с учетом морфологии" and "искать похожий текст". The search results are sorted by relevance.

Что искать	Где искать	Тип публикации	Тематика	Авторы	Журналы	Искать в подборке публикаций	Параметры	Годы публикации	Поступившие	Сортировка	Порядок	Очистить	Поиск
Информационные системы для анализа меню на пищевые аллергены	<input checked="" type="checkbox"/> - в названии публикации <input checked="" type="checkbox"/> - в аннотации <input checked="" type="checkbox"/> - в ключевых словах	<input checked="" type="checkbox"/> - статьи в журналах <input type="checkbox"/> - книги <input type="checkbox"/> - материалы конференций <input type="checkbox"/> - депонированные рукописи <input type="checkbox"/> - наборы данных	Информатика			Искать в подборке публикаций	<input checked="" type="checkbox"/> - искать с учетом морфологии <input checked="" type="checkbox"/> - искать похожий текст <input type="checkbox"/> - искать в публикациях, имеющих полный текст на eLibrary.Ru <input type="checkbox"/> - искать в публикациях, доступных для Вас <input type="checkbox"/> - искать в результатах предыдущего запроса		Поступившие	по релевантности	по убыванию	Очистить	Поиск

**Рис. 1.** Проведение расширенного поиска в БД «eLIBRARY» с заданными параметрами

**Fig. 1.** Conducting an advanced search in the «eLIBRARY» database with the specified parameters

Было 6 запросов на русском языке и 4 на английском (табл. 1). Полученные данные варьируют от 125 660 до 252 212 шт.

**Таблица 1.** Количество статей по запросам в «eLIBRARY» на 12.04.2024

**Table 1.** Number of articles according to requests in «eLIBRARY» as of April 12, 2024

№	Наименование запроса	Кол-во статей, шт.	Доля, в % от общего кол-ва
1.	Информационные системы в сфере организации питания	125 660	0,23
2.	Информационные системы для анализа меню на пищевые аллергены	148 285	0,27
3.	Анализ меню на пищевые аллергены	155 562	0,28
4.	Система анализа пищевого меню	142 902	0,26
5.	Компьютерная идентификация пищевых аллергенов	143 082	0,26
6.	Определение пищевых аллергенов в меню на основе зависимости «доза-эффект»	168 206	0,3
7.	Information systems for analyzing menus for food allergens	215 893	0,39
8.	Analysis of menus for food allergens	226 341	0,41
9.	Identifying food allergens in menus	219 196	0,39
10.	Analysis of menus for food allergens with the Dose-effect relationship	252 212	0,45

На 12.04.2024 общее количество публикаций в виде статей в научных журналах в данной БД составляет 55 631 787 шт. Т. к. дополнительно выбран параметр «искать с учетом морфологии», поиск выдал много результатов, напрямую не соответствующих тематике, так как поисковая система искала запрос в статьях не только в строго заданном виде, но и в его морфологических формах.

Максимальное количество статей наблюдается в запросе на английском языке «Analysis of menus for food allergens with the Dose-effect relationship» – 252 212 (0,45 % от общего количества статей). Минимальное количество в запросе «Информационные системы в сфере организации питания» – 125 660 (0,23 %).

Наиболее релевантным запросом можно считать «Информационные системы для анализа меню на пищевые аллергены» с количеством публикаций 148 285 шт. (0,27 % от всех статей). Просматривается положительная динамика количества публикаций за последние 5 лет (2019–2023), представленная в таблице 2.

**Таблица 2.** Количество статей в БД по запросу «Информационные системы для анализа меню на пищевые аллергены» с 2019 по 2023 г.

**Table 2.** Number of articles in the database for the query “Information systems for menu analysis for food allergens”, 2019–2023

Год	Кол-во статей, шт.
2019	11 941
2020	12 989
2021	12 815
2022	13 012
2023	13 374
<b>ИТОГО</b>	<b>64 131</b>

По данному запросу за 2023 год поступило 13 374 публикаций. Из них в тематической группе «Информатика» – 3 117. За исследуемый пятилетний период наблюдается минимальный единичный спад в 2021 г. по сравнению с 2020-м – 174 статьи. По сравнению с начальным годом (2019) прирост количества публикаций по данному направлению в 2023 г., в том числе напрямую не соответствующих тематике, составляет 1 433 шт. (10,71 %).

В ряде исследуемых работ [1–3] пищевая аллергия и ее распространение представляются одной из наиболее значимых проблем современной медицины. Авторы отмечают, что за последние 20 лет количество людей с аллергией возросло более чем в три раза, а от различных видов аллергических реакций страдает от 30 до 40 % всего населения планеты. Особенно учитывается, что для людей с данной особенностью требуется индивидуальное и безопасное меню.

В работах [4–5] отмечается, что следует проводить идентификацию для обнаружения пищевых аллергенов. В настоящее время в пищевой отрасли активизировались разработки, связанные с технологиями персонализации для различных потребителей с учетом особенностей организма и другими критериями. Решение проблем персонализации связано с необходимостью обработки большого массива данных и формирования выводов на их основе.

В научных трудах авторы приводят к тому, что требуется использовать современные информационные технологии для анализа меню. Их заключения можно дополнить рекомендацией использовать технологии для проведения последовательного и детального анализа меню на пищевые аллергены с учетом количества их доз (грамм) в необходимом готовом блюде. Это влечет необходимость в обработке массивов данных по продуктам, блюдам и аллергенам.

В работе [6] рассматривают пищевую промышленность как актуальную тему, которая находится в периоде бурного развития. Требуются новые подходы к решению важной проблемы анализа пищевого меню. Проведенный обзор и анализ литературы [4–6] показали, что сегодня решение данной проблемы через применение профильных ИС является современным методом.

Анализируя публикации, можно заметить, что авторы пишут об отсутствии типовой конфигурации для детального анализа пищевой продукции [7–9], в современных системах нет профессионального профильного блока, обеспечивающего полной и достоверной информацией о пищевом продукте. Соответственно, данный вывод можно отнести и к конфигурации проведения анализа меню на пищевые аллергены.

За последние несколько лет одним из новых открытий по применению технологий в анализе пищевых аллергенов является специальный тест, который представили в статье исследователи из университета Валенсии (Испания) и Мадридского университета имени Карла III, опубликованной 23.12.2022 г., в том числе на зарубежной платформе научных новостей «EurekAlert!» [10], основанной в 1996 году Американской ассоциацией содействия развитию науки (AAAS). Статья посвящена определению пищевого аллергена через современное специальное устройство (тест). Авторы предлагают использовать тест, который содержит множество внутренних контролей и калибраторов. Принцип анализа состоит в измельчении образца пищи, добавлении в него 5 мл специального раствора и последующем вложении в смесь тест-полоски. Примерно через 5 минут тест передаст в приложение смартфона пользователя информацию о содержании или отсутствии в образце некоторых видов орехов. Можно выделить преимущества данного метода:

- анализ пищи непосредственно перед ее употреблением;
- быстрый результат (в течение 5 минут);
- современный способ получения информации через приложение в смартфоне.

Есть и недостатки:

- на момент публикации статьи стоимость 1 теста составляла 1 евро, что является значимым фактором при анализе множества проб;
- новая технология производит только анализ пробы на миндаль и арахис. В будущем ученые хотят улучшить разработанный тест для одновременного определения 14 аллергенов, что может привести к дополнительному удорожанию для потребителей;
- передача данных с теста на смартфон требует проведения дополнительных опытов по точности;
- отсутствие ИС для сбора и детального анализа полученных данных;
- не раскрывается состав специального раствора, его возможный вред для человека.

При любой аллергии, в том числе пищевой, эффект (аллергическая реакция) будет развиваться всегда независимо от дозы [11]. Наиболее распространенными пищевыми аллергенами являются коровье молоко, яйцо, пшеница, рыба и морепродукты, шоколад, орехи, цитрусовые, мед, соя [11–14].

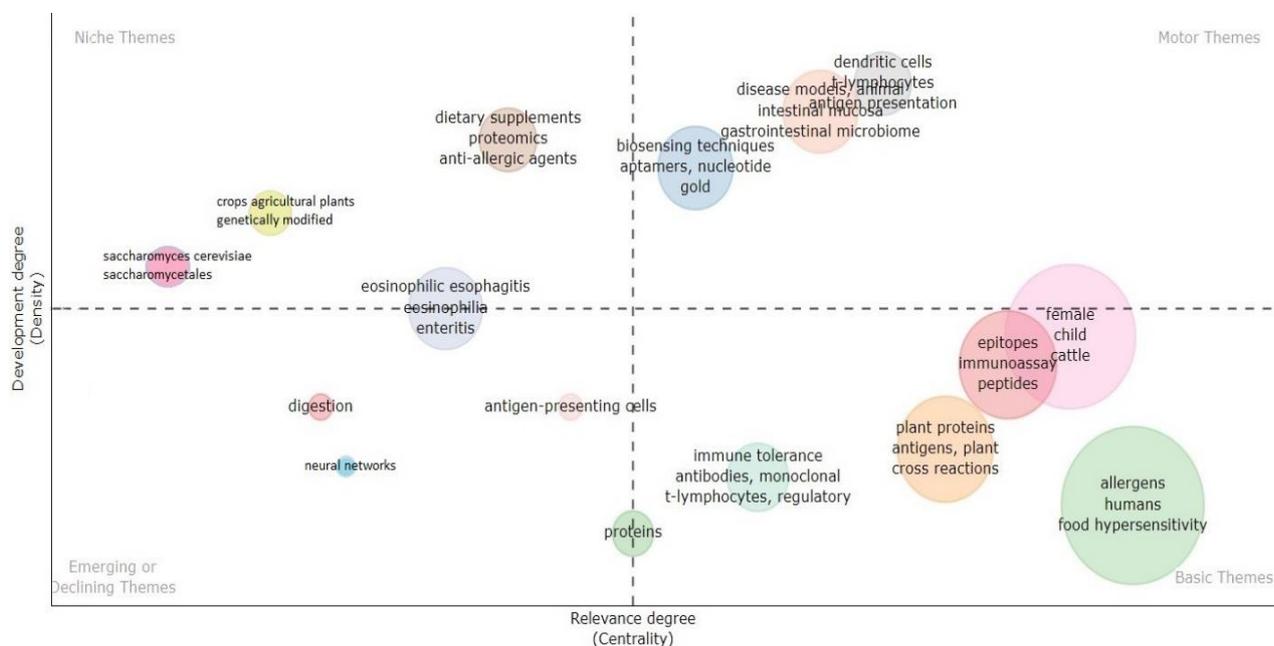
В ряде вышеизложенных трудов рассматривается способ определения специальной диагностикой пищевого аллергена для лечения путем его ввода под присмотром врачей с постепенным увеличением дозы до максимально возможной. Это несет в себе определенные риски. Не учитывается компьютерный анализ меню питающегося, у которого впервые возникла пищевая аллергия, с детальным поиском аллергенов с их дозами (граммами) и возможностью предварительно основываться на следствии, что чем выше доза, тем больше вероятность наличия аллергии именно на данный продукт.

В этом случае предлагается рассматривать зависимость «доза-эффект» в виде предварительного следствия, что максимальная доза может привести к максимальному эффекту, т.е. чем она выше, тем значительнее вероятность наличия аллергии у человека именно на данный продукт. Под дозой понимается количество пищевого аллергена, а под эффектом – ответная реакция организма на употребление блюда с пищевым аллергеном.

Для дальнейшего обзора научных трудов и формирования выводов рассмотрены материалы журналов за 2022–2024 гг., входящих в БД «PubMed» с применением «Bibliometrix» и R, одной из возможностей которой является отображение структурированной информации в графическом виде. Построена тематическая карта с использованием двух показателей: индекса центральности (по горизонтали) и плотности (по вертикали) Каллона, которые определяют актуальность и уровень развития направлений исследования. Показатели рассчитываются с применением модели «мешок слов» и теории графов [15]. Карта научных исследований в области пищевой аллергии, построенная по 447 публикациям, изображена на рисунке 2.

Тематическая карта поделена на 4 зоны. Верхний левый угол – специальные научные исследования (Niche Theme). Направления с низким значением центральности и высокой плотностью узко специализированы, интересны ограниченному кругу, решают редкие проблемы или их стороны, например, dietary supplements (пищевые добавки). Верхний правый угол карты – основные научные исследования (Motor Theme). Отражают наиболее проработанные направления, в данном случае это program analysis (программный анализ), intestines (кишечник), biosensing techniques (биосенсорные методы). Нижняя левая

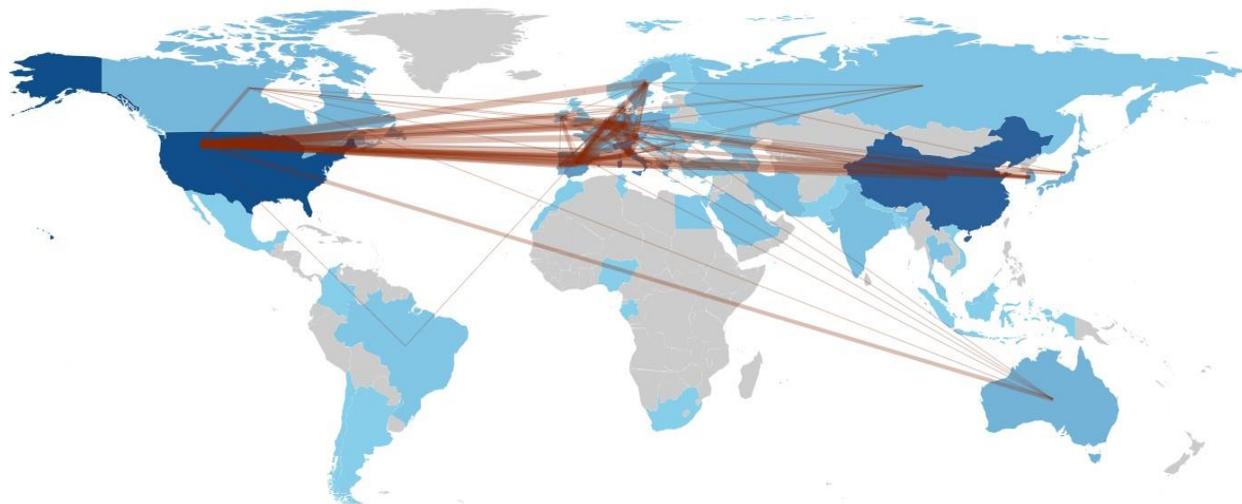
сторона – новые научные исследования (Emerging or Declining Theme). Характеризуются новые направления, появившиеся недавно, могут модифицироваться в другие, среди них neural networks (нейронные сети). Нижняя правая сторона – вспомогательные научные исследования (Basic Theme). Являются сквозными, связывающими для остальных направлений исследований, например, cross reactions (перекрестные реакции).



**Рис. 2.** Тематическая карта по пищевой аллергии, разработанная по сформированному набору публикаций из БД «PubMed» с применением «Bibliometrix» и языка программирования R

**Fig. 2.** Thematic map on food allergy developed according to the generated set of publications from PubMed database using Bibliometrix and R programming language

Внешнее взаимодействие в направлении технологий в анализе пищевых аллергенов можно рассмотреть на карте мира сотрудничества стран в виде соединительных линий (рис. 3).

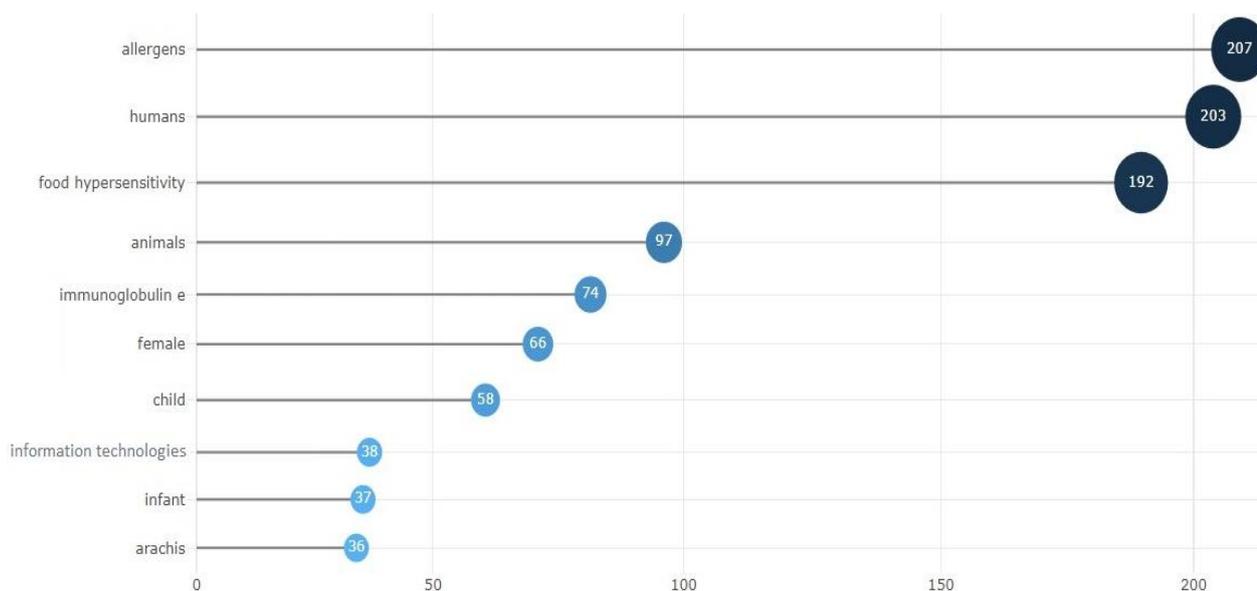


**Рис. 3.** Карта сотрудничества стран в вопросе технологий анализа пищевых аллергенов

**Fig. 3.** Map of country cooperation on food allergen analysis technologies

Серыми зонами на карте представлены страны с минимальными научными исследованиями в данном вопросе, голубые – со средней вовлеченностью, синие – с наибольшей активностью, взаимодействиями, результатами и достижениями. Максимальная вовлеченность среди стран наблюдается у США и Китая. Ученые США проводят исследования в коллаборации со специалистами из Китая, Канады, Италии, Великобритании и Австралии.

Построена диаграмма наиболее часто встречающихся слов (словосочетаний) в журналах, показанная на рисунке 4. Первые 3 строчки занимают allergens (аллергены), humans (люди) и food hypersensitivity (повышенная чувствительность к пищевым продуктам). В первой десятке находятся information technologies (информационные технологии).



**Рис. 4.** Диаграмма наиболее часто встречающихся слов (словосочетаний) в научных статьях

**Fig. 4.** Diagram of the most frequently occurring words (word combinations) in the research articles

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По исследуемой теме проанализированы работы и новые достижения ученых. Получены результаты по количеству публикаций за последние годы из различных источников, составлена карта сотрудничества стран в вопросе технологий анализа пищевых аллергенов и приведены наиболее часто встречающиеся слова в трудах по данному направлению. Приведен вариант использования технологий для детального анализа меню на пищевые аллергены с учетом их доз в готовом блюде. Подтвердилась гипотеза об актуальности взаимодействия информационных технологий в организации питания на примере пищевой аллергии. Проведенный обзор предлагается использовать как дальнейшую отправную точку в вопросе улучшения анализа пищевых аллергенов в меню для решения более сложных задач и получения новых итогов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончарова А. Г., Тихонова Г. А., Гончаров И. Н., Маркин А. А. Пищевая аллергия и пищевая непереносимость. Проблемы клинического контроля (обзор литературы) // Технологии живых систем. 2023. Т. 20. № 4. С. 80–92. DOI: 10.18127/j20700997-202304-08

2. Давликанов А. И. Пищевая безопасность против пищевых аллергенов // Сфера: кондитерская и хлебопекарная промышленность. 2017. № 3(70). С. 42–45. EDN: ZTWWTR
3. Мажаева Т. В., Дубенко С. Э. Стратегия нутриетивной поддержки при организации питания детей дошкольного возраста с пищевой непереносимостью // Индустрия питания. 2023. Т. 8. № 2. С. 31–41. DOI: 10.29141/2500-1922-2023-8-2-4
4. Лукин А. А., Сергеев А. А. Пищевые аллергены и способы их идентификации // Вестник современных исследований. 2018. № 10.3 (25). С. 140–142. EDN: РННТФV
5. Семенов Д. А. Анализ современного состояния использования интеллектуальных систем в пищевой отрасли // Информационные технологии в образовании. 2020. № 3. С. 220–224. EDN: LDXXZI
6. Еделев Д. А., Благовещенская М. М., Благовещенский И. Г. Использование нейронных сетей как фактора повышения качества и безопасности производства пищевых продуктов при решении задач автоматизации // Автоматизация технологических и бизнес-процессов. 2015. Т. 1. № 7(1). С. 7–10. DOI: 10.15673/2312-3125.21/2015.42856
7. Белецкая Н. М., Головкова А. С. Информационная система для лабораторных исследований пищевой продукции // Экономика. Информатика. 2020. Т. 47. № 1. С. 186–195. DOI: 10.18413/2687-0932-2020-47-1-186-195
8. Смирнов С. В., Чухланцева Н. Д. Информационная система приема заявок на питание школьников // Социально-экономическое управление: теория и практика. 2019. № 2(37). С. 76–79. EDN: JNJJBK
9. Asfha A.E., Vaish A. Information security risk analysis in food processing industry using a fuzzy inference system // Informatics and automation. 2023. № 22(5). С. 1083–1102. DOI: 10.15622/ia.22.5.5
10. Amadeo S.-T., Javier G.-A., Aitor C.-G. Lateral flow microimmunoassay for the reliable quantification of allergen traces in food consumables // Biosensors. 2022. Т. 12. № 980. С. 77–94. DOI: 10.3390/bios12110980.
11. Schworer S.A., Edwin H Kim. Sublingual immunotherapy for food allergy and its future directions // Immunotherapy. 2020. № 12(12). С. 921–931. DOI: 10.2217/imt-2020-0123
12. Гурова М. М. Пищевая аллергия и пищевая непереносимость // Children's medicine of the North-West. 2022. Т. 10. № 2. С. 5–21. EDN: NDKJWQ
13. Березкина Н. А. Современные лабораторные тесты в диагностике пищевой аллергии у детей // Forcipe. 2022. Т. 5. № S3. С. 627–628. EDN: ALWMVK
14. Громов Д. А., Борисова А. В., Бахарев В. В. Пищевые аллергены и способы получения гипоаллергенных пищевых продуктов // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51. № 2. С. 232–247. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-2-232-247.
15. Yu Y., Jin Z., Qiu J. Global isotopic hydrograph separation research history and trends: a text mining and bibliometric analysis study // Water. 2021. Т. 13(18). № 1. С. 2529. DOI: 10.3390/w13182529

## REFERENCES

1. Goncharova A.G., Tikhonova G.A., Goncharov I.N., Markin A.A. Food allergies and food intolerances. Problems of clinical control (literature review). *Tekhnologii zhivyykh sistem* [Technologies of living systems]. 2023. Vol. 20. No. 4. Pp. 80–92. DOI: 10.18127/j20700997-202304-08. (In Russian)

2. Davlikanov A.I. Food safety against food allergens. *Sfera: konditerskaya i khlebopekarnaya promyshlennost'* [Sphere: confectionery and baking industry]. 2017. No. 3(70). Pp. 42–45. EDN: ZTWWTR. (In Russian)
3. Mazhaeva T.V., Dubenko S.E. Strategy for nutritional support in organizing nutrition for preschool children with food intolerance. *Industriya pitaniya* [Nutrition Industry]. 2023. Vol. 8. No. 2. Pp. 31–41. DOI: 10.29141/2500-1922-2023-8-2-4. (In Russian)
4. Lukin A.A., Sergeev A.A. Food allergens and methods of their identification. *Vestnik sovremennykh issledovaniy* [Bulletin of modern research]. 2018. No. 10.3. Pp. 140–142. EDN: PHHTFV. (In Russian)
5. Semenov D.A. Analysis of the current state of use of intelligent systems in the food industry. *Informatsionnyye tekhnologii v obrazovanii* [Information technologies in education]. 2020. No. 3. Pp. 220–224. EDN: LDXXZI. (In Russian)
6. Edelev D.A., Blagoveshchenskaya M.M., Blagoveshchensky I.G. The use of neural networks as a factor in improving the quality and safety of food production when solving automation problems. *Avtomatizatsiya tekhnologicheskikh i biznes-protsessov* [Automation of technological and business processes]. 2015. Vol. 1. No. 7(1). Pp. 7–10. DOI: 10.15673/2312-3125.21/2015.42856. (In Russian)
7. Beletskaya N.M., Golovkova A.S. Information system for laboratory research of food products. *Economics. Information technologies*. 2020. Vol. 47. No. 1. Pp. 186–195. DOI: 10.18413/2687-0932-2020-47-1-186-195. (In Russian)
8. Smirnov S.V., Chukhlantseva N.D. Information system for accepting applications for meals for schoolchildren. *Social'no-e'konomicheskoe upravlenie: teoriya i praktika*. 2019. No. 2(37). Pp. 76–79. (In Russian)
9. Asfha A.E., Vaish A. Information security risk analysis in food processing industry using a fuzzy inference system. *Informatics and automation*. 2023. No. 22(5). Pp. 1083–1102. DOI: 10.15622/ia.22.5.5
10. Amadeo S.-T., Javier G.-A., Aitor C.-G. Lateral flow microimmunoassay for the reliable quantification of allergen traces in food consumables. *Biosensors*. 2022. Vol. 12. No. 980. P. 77–94. DOI: 10.3390/bios12110980
11. Schworer S.A., Edwin H Kim. Sublingual immunotherapy for food allergy and its future directions. *Immunotherapy*. 2020. No. 12(12). Pp. 921–931. DOI: 10.2217/imt-2020-0123
12. Gurova M.M. Food allergies and food intolerance. *Children's medicine of the North-West*. 2022. Vol. 10. No. 2. P. 5–21. EDN: NDKJWQ. (In Russian)
13. Berezkina N.A. Modern laboratory tests in the diagnosis of food allergies in children. *Forcipe*. 2022. Vol. 5. No. S3. Pp. 627–628. EDN: ALWMVK. (In Russian)
14. Gromov D.A., Borisova A.V., Bakharev V.V. Food allergens and methods for producing hypoallergenic food products. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Equipment and technology of food production]. 2021. Vol. 51. No. 2. Pp. 232–247. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-2-232-247. (In Russian)
15. Yu Y., Jin Z., Qiu J. Global isotopic hydrograph separation research history and trends: A Text Mining and Bibliometric Analysis Study. *Water*. 2021. Vol. 13 (18). No. 1. P. 2529. DOI: 10.3390/w13182529

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Funding.** The study was performed without external funding.

### **Информация об авторе**

**Коршиков Сергей Витальевич**, аспирант, Новосибирский государственный университет экономики и управления;

630099, Россия, г. Новосибирск, ул. Каменская, 52/1;

инженер информационно-аналитического отдела, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора;

630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7;

korshikov\_sv@niig.su, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0984-0363>

### **Information about the author**

**Sergey V. Korshikov**, Postgraduate Student, Novosibirsk State University of Economics and Management;

630099, Russia, Novosibirsk, 52/1 Kamenskaya street;

Engineer of the Information and Analytical Department, FBSI «Novosibirsk Research Institute of Hygiene»;

630108, Russia, Novosibirsk, 7 Parkhomenko street;

korshikov\_sv@niig.su, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0984-0363>

УДК 004.67

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-92-102

EDN: UQHPNI

## Информационное обеспечение процессов обработки данных устройств интернета вещей в автоматизированной информационной системе экомониторинга

Н. Н. Смирнов, А. С. Кузнецов

Российский государственный социальный университет  
129226, Россия, Москва, ул. Вильгельма Пика, 4, стр. 1

**Аннотация.** В данной научной статье подробно рассмотрены основные подходы к созданию информационного описания процессов обработки и интеллектуального анализа данных, получаемых с цифровых датчиков, – устройств интернета вещей в автоматизированной информационной системе экологического мониторинга. Приведена краткая классификация методов интеллектуального анализа данных. Дана общая характеристика данных, получаемых с устройств интернета вещей в автоматизированной информационной системе экологического мониторинга. На основе структурного анализа и системного подхода создано формализованное описание процессов обработки данных в информационной системе экологического мониторинга. На основе методологических принципов структурного описания систем проведен анализ информационных потоков в автоматизированной системе экологического мониторинга. Построена обобщенная визуальная информационная модель процесса проведения экологического мониторинга. Выполнена функциональная декомпозиция обобщенной модели, выделены составляющие подпроцессы. На основе методологии функционального моделирования *IDEFO* выполнено построение визуальных функциональных моделей процессов обработки и анализа данных в автоматизированной информационной системе экологического мониторинга в виде структурированных диаграмм, необходимых для детализации всех стадий и операций. В ходе проведения декомпозиции выделено пять функциональных блоков. Выполнена разработка информационного обеспечения процессов обработки и анализа данных в автоматизированной информационной системе экологического мониторинга на примере обработки данных, полученных с устройств интернета вещей.

**Ключевые слова:** формализация, процессы обработки данных, интеллектуальный анализ данных, устройства интернета вещей, информационная система экомониторинга, структурный системный анализ

Поступила 27.04.2024, одобрена после рецензирования 13.05.2024, принята к публикации 05.06.2024

**Для цитирования.** Смирнов Н. Н., Кузнецов А. С. Информационное обеспечение процессов обработки данных устройств интернета вещей в автоматизированной информационной системе экомониторинга // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 3. С. 92–102. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-92-102

## Information support of data processing operations of Internet of things devices in automated information eco-monitoring system

N.N. Smirnov, A.S. Kuznetsov

Russian State Social University  
129226, Russia, Moscow, 4 Wilhelm Pieck street, 1 building

**Abstract.** This scientific article examines in detail the main approaches to creating an information description of the processing operations and intelligent analysis of data obtained from digital sensors – Internet of things devices in an automated environmental monitoring information system. A brief classification of data mining is given. A general description of the data obtained from Internet of things devices in an automated environmental monitoring information system is given. Based on structural analysis and a systematic approach, a formalized description of data processing operations in the environmental monitoring information system has been created. Based on the methodological principles of the structural description of systems, an analysis of information flows in an automated environmental monitoring system was carried out. A generalized visual information model of the process of environmental monitoring has been constructed. A functional decomposition of the generalized model has been carried out, and the constituent subprocesses have been identified. Based on the IDEF0 functional modeling methodology, visual functional models of data processing and analysis processes in an automated environmental monitoring information system were built in the form of structured diagrams necessary for detailing all stages and operations. During the decomposition, five functional blocks were identified. The development of information support for data processing and analysis processes in automated information systems for environmental monitoring was carried out using the example of processing data received from an Internet of things devices.

**Keywords:** formalization, data processing operations, data mining, Internet of things devices, environmental monitoring information system, structural system analysis

Submitted 27.04.2024,

approved after reviewing 13.05.2024,

accepted for publication 05.06.2024

**For citation.** Smirnov N.N., Kuznetsov A.S. Information support of data processing operations of Internet of things devices in automated information eco-monitoring system. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS.* 2024. Vol. 26. No. 3. Pp. 92–102. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-92-102

### ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день автоматизированные системы экологического мониторинга и контроля достаточно широко распространены. Как правило, это сложные программно-аппаратные комплексы, позволяющие в оперативном режиме отслеживать большое число параметров окружающей среды. Экологические показатели характеризуют состояние и тенденции изменения окружающей среды. Характеристики получаемых в системах экомониторинга данных весьма разнообразны: это и климатические параметры, такие как температура, уровень влажности, и акустические параметры, и т.д. [1, 2].

Технологии интернета вещей на сегодняшний день стали одними из наиболее перспективных и передовых инновационных решений, расширяющих область внедрения и позволяющих автоматизировать производственные задачи, уменьшать трудозатраты, снижать логистические расходы, обеспечивать непрерывность работы критически важного

оборудования. В этой связи исследование процессов, возникающих при функционировании сетей интернета вещей, является актуальной научной проблемой. Формализация таких процессов позволит эффективно выполнять построение и внедрение систем мониторинга, интегрировать разнородные программные решения на единой информационной платформе и повысит надежность и безопасность автоматизированных информационных систем (АИС).

Оперативные данные в системах экологического мониторинга получают с датчиков динамического состояния объектов окружающей среды. В качестве подобных датчиков наиболее широко применяются устройства интернета вещей [2, 3]. Данные устройства обеспечивают снятие данных в режиме реального времени и их непрерывную передачу на достаточно большие расстояния. Специфика данных экологического мониторинга заключается в разнородности информации, получаемой из разных источников, а также больших объемов динамически генерируемых данных, получаемых в виде сигналов с датчиков состояния – устройств интернета вещей. Данные экомониторинга представляют собой совокупность сигналов о состоянии, непрерывно передаваемых с помощью сети интернет. Оперативные данные с датчиков динамического состояния поступают на обработку в автоматизированную информационную систему экомониторинга.

Среди различных методов интеллектуального анализа данных в системах экологического мониторинга можно выделить несколько основных [3–5]. Наиболее значимыми среди них являются:

1. Классификация данных. Разделение на служебные данные (метаданные), описывающие структуру и характеристики данных, и данные экомониторинга, которые в свою очередь тоже можно подразделять по типам данных с учетом выбранных показателей экологического мониторинга.

2. Кластерный анализ. Процедура, нацеленная на формирование единой и нормализованной статистики, упорядоченные данные которой позволяют выполнять аналитические процедуры на более качественном уровне.

3. Определение взаимосвязей. Один из ключевых элементов интеллектуального анализа, определяющий уровень тесноты связей между различными переменными и их причинно-следственную связь в целостной системе.

4. Анализ отклонений. Операция, позволяющая на более глубоком уровне выполнить корреляцию между выявленными причинами и связанными объектами, участвующими в формировании доверительного интервала и последующей отчетности.

5. Прогнозирование. Не менее значимый элемент анализа большого массива данных, отвечающий за возможность принятия превентивных мер к наиболее узким и нестабильным элементам системы, предотвращая возникновение выхода устройств или обслуживающих их каналов за пределы нормального функционирования [4, 5].

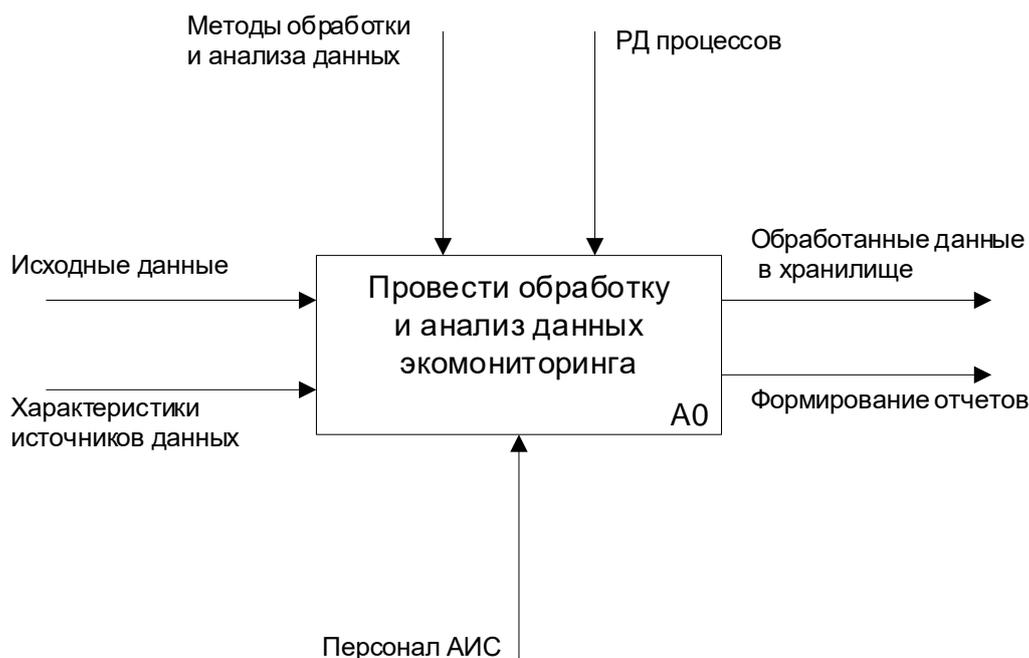
Одной из необходимых задач при документировании прикладной информационной системы является создание формализованного описания цепочки информационных процессов обработки и анализа данных в АИС экологического мониторинга на основе методов, процедур и подходов, основанных на методологии структурного системного анализа [6, 7].

Целью данной научной работы является разработка информационного обеспечения процессов обработки и анализа данных, получаемых с устройств интернета вещей в АИС экомониторинга.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для организации эффективного и оперативного управления динамическими данными в АИС экологического мониторинга необходимо обладать всей полнотой информации о структуре системы и протекающих в ней информационных процессах, которые применяются на логическом уровне аппаратного обеспечения.

Четкому пониманию задач АИС мониторинга способствует детализация комплекса действий процедур на основе набора структурированных функциональных диаграмм. Данный подход к документированию и проектированию АИС экологического мониторинга реализуется при помощи методов и инструментов структурного системного анализа. На начальном этапе построения информационного обеспечения процессов обработки и анализа данных в АИС экологического мониторинга была выполнена обобщенная информационная модель в виде функционально-технологической схемы. На рис. 1 приведена обобщенная функционально-технологическая схема описания процессов обработки и интеллектуального анализа данных в автоматизированной системе экологического мониторинга. Данная схема отражает начальный уровень детализации процессов обработки и анализа данных АИС экомониторинга и по сути является исходной постановкой задачи.



**Рис. 1.** Диаграмма уровня А-0. Обобщенная функциональная модель процессов обработки и анализа исходных данных в системе экомониторинга

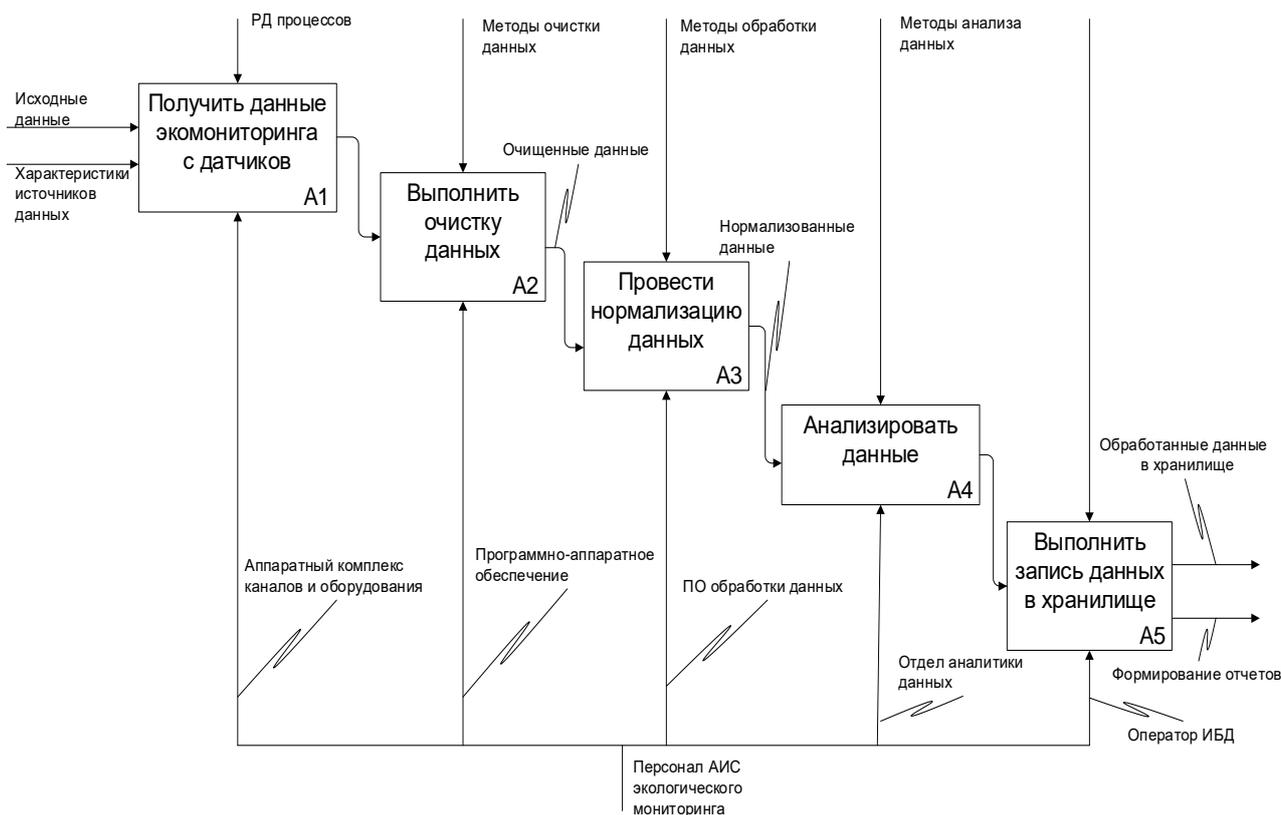
**Fig. 1.** Level A-0 diagram. Generalized functional model of operations for processing and analyzing source data in the environmental monitoring system

Выполнение данной схемы позволяет формализовать процесс экологического мониторинга на основе данных с устройств интернета вещей. Здесь входными потоками являются сами исходные экологические данные с учетом характеристик их источников. Управляющие воздействия представлены в виде стрелок и включают в себя: методы обработки и анализа данных, а также регламентирующую и техническую документацию как инструменты

управления процессами экомониторинга. На выходе имеются обработанные данные, поступающие на загрузку в хранилище, а также сгенерированные отчеты по основным показателям экологического мониторинга окружающей среды. Выходные данные представляют собой текущую информацию о нормируемых показателях, а также данные обратной связи, необходимые для конфигурирования, организации высокоэффективного контроля и управления датчиками – устройствами интернета вещей.

Ввиду большой разнородности и многообразия исходных оперативных данных в АИС мониторинга необходимо создание информационного описания процессов их обработки и интеллектуального анализа.

Для проведения дальнейшей детализации процедур обработки и анализа данных в АИС экологического мониторинга была выполнена функциональная декомпозиция обобщенной функционально-технологической схемы [6, 7]. Полученная структурно-функциональная модель (рис. 2) содержит пять составляющих подпроцессов в виде визуальных блоков, описывающих подпроцессы получения данных, очистки данных, нормализации данных, блок анализа данных и процедуру записи данных в централизованное хранилище информационной базы данных.



**Рис. 2.** Диаграмма уровня А1. Детализация информационных процессов обработки данных в автоматизированной информационной системе экомониторинга (ИБД – информационная база данных, РД – регламентирующая документация)

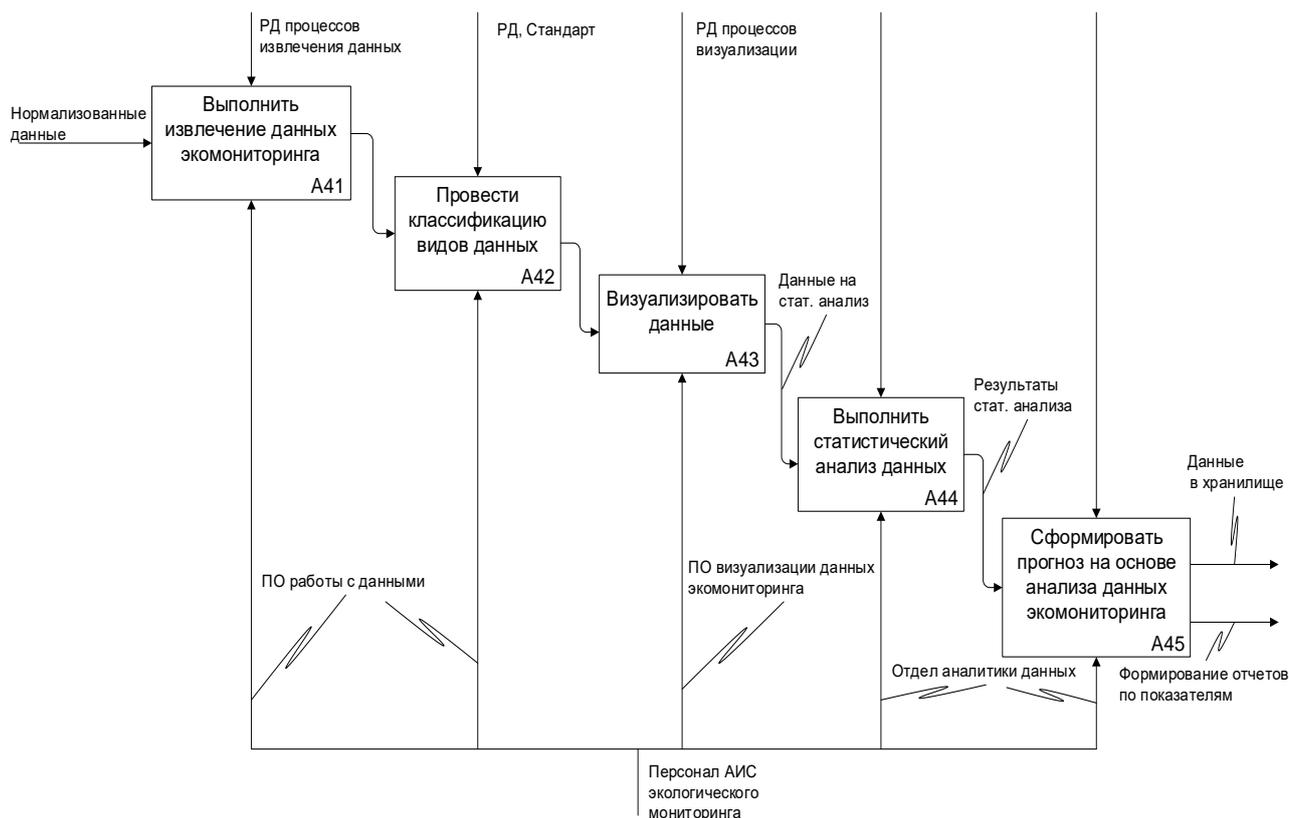
**Fig. 2.** Level A1 diagram. Detailing of information processes of data processing in the automated information system for environmental monitoring (IBD – information database, RD – regulatory documentation)

Подобная реализация представляет собой применение процессного подхода к управлению в сложных системах: выделяются отдельные самостоятельные группы процессов, стадий или операций и приводится их детализация в виде функционального описания. Уровень и глубина декомпозиции выбираются исследователем – разработчиком АИС экомониторинга и определяются необходимым уровнем детализации информации об объектах.

Исходные данные и характеристики устройств являются входным потоком информации в данной контекстной диаграмме. Данные по показателям экологического мониторинга с датчиков – устройств интернета вещей – поступают в блок получения данных с помощью аппаратного комплекса оборудования каналов связи [8–10]. Далее последовательно выполняются процедуры очистки и нормализации данных. Целью данных операций является решение задач устранения избыточности и дублирования данных, минимизация ошибок и обеспечение высокой производительности при выполнении запросов. Подготовленные данные поступают в функциональный блок анализа [11, 12]. Целями анализа данных экологического мониторинга являются: наблюдения за факторами воздействия и состоянием среды; оценка фактического состояния среды; прогноз состояния окружающей природной среды и оценка прогнозируемого состояния. Итоговой операцией является запись данных в централизованное хранилище. Выходные потоки информации поступают в систему хранения, а также генерируются выходные отчеты. Все действия и процедуры проводятся отдельными исполнителями на основе управляющих и регламентирующих документов подпроцессов. Четкое понимание последовательности всех стадий и операций по работе с данными в АИС экологического мониторинга необходимо для организации оптимального управления информацией и тонкой настройки параметров информационной системы.

Функциональный подпроцесс интеллектуального анализа с учетом специфики данных экологического мониторинга представляет самостоятельный интерес для исследования. Поэтому для процесса анализа данных в АИС экологического мониторинга была построена функциональная модель, представленная на рис. 3. Данная информационная модель отражает функциональную декомпозицию блока «Анализировать данные» и включает в себя пять блоков: извлечение данных для анализа, классификация по виду данных, визуализация данных экомониторинга, статистический анализ данных, формирование прогноза на основе статистического анализа массива данных экомониторинга.

Детализация функционального блока 4 «Анализировать данные» контекстной диаграммы А1 рис. 2 позволяет выполнить формализованное описание составляющих функциональных подпроцессов с учетом неоднородности различных данных, получаемых в ходе проведения экологического мониторинга. Первоначально выполняется процедура извлечения нормализованных данных, которые в дальнейшем проходят этап классификации на основе системно-морфологического анализа [13]. Далее проводят визуализацию и при необходимости трансформацию данных экомониторинга. Следующая стадия – выполнение статистического анализа данных [14].



**Рис. 3.** Диаграмма уровня А41. Детализация информационных процессов интеллектуального анализа данных в АИС экомониторинга (ИБД – информационная база данных, РД – регламентирующая документация)

**Fig. 3.** A41 level diagram. Detailing of information processes of data mining in AIS ecomonitoring (IBD – information database, RD – regulatory documentation)

На основе статистического анализа данных и их моделирования, заключающегося в создании формализованного математического описания, становится возможным выполнить пятый этап – формирование статистического прогноза на основе проведенного анализа данных экологического мониторинга. Выходной поток данных поступает в централизованное хранилище, туда же направляются сформированные отчеты по показателям мониторинга [15].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенных теоретических исследований было создано формализованное описание процессов обработки и интеллектуального анализа данных, получаемых с цифровых датчиков – устройств интернета вещей в АИС экологического мониторинга. Применение информационного описания в виде визуальных функциональных моделей способствует организации более гибкого оперативного управления информацией с учетом специфики работы информационной системы экологического мониторинга. Предложенное в данной статье информационное обеспечение процедур обработки и анализа данных мониторинга может быть использовано в качестве динамической модели информационной поддержки процессов принятия управленческих решений на всех этапах и стадиях жизненного цикла интеллектуального информационного продукта.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орехов А. А. Исследование и разработка программно-аппаратного комплекса для экологического мониторинга поверхностных и подземных вод на базе метода геоэлектрического контроля // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2013. № 28. С. 72–77. EDN: QJINNZ
2. Кузичкин О. Р., Дорофеев Н. В., Цаплев А. В. и др. Методы и средства автоматизированного геодинамического контроля и геоэкологического мониторинга // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2014. № 1(13). С. 63–72. EDN: RWRIPF
3. Колесенков А. Н. Современные подходы к обработке данных при построении геоинформационных систем экологического мониторинга // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2016. № 9. С. 103–112. EDN: WYYAMH
4. Замятин А. В. Методы интеллектуального анализа данных в региональных системах аэрокосмического мониторинга // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2016. № 4 (36). С. 74–88. EDN: XQYXMV
5. Сневакова С. В., Сневаков А. Г., Чернецкая И. В. Математическая модель обработки мультиспектральных данных для мобильной платформы экологического мониторинга // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2023. № 13(2). С. 153–169. DOI: 10.21869/2223-1536-2023-13-2-153-169
6. Кузнецов А. С. Информационное обеспечение процессов управления качеством продукции из многокомпонентных эластомерных композитов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. № 1(117). С. 21–28.
7. Абрамова А. Г., Плуготаренко Н. К., Петров В. В., Маркина А. В. Системный подход к разработке городских автоматизированных систем экологического мониторинга // Инженерный вестник Дона. 2012. № 4–2. С. 1. EDN: PVJBVR
8. Чернышова Г. Ю., Самаркина Е. А. Методы интеллектуального анализа данных для прогнозирования финансовых временных рядов // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Экономика. Управление. Право. 2019. № 19. № 2. С. 181–188. DOI: 10.18500/1994-2540-2019-19-2-181-188
9. Макарова Е. А. Обработка слабоструктурированных текстовых данных для использования в моделях анализа // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2023. № 1(29). С. 178–189. DOI: 10.25729/ESI.2023.29.1.015
10. Кротова Ю. А., Проскуряков А. Ю., Белов А. А., Колпаков А. А. Модели, алгоритмы системы автоматизированного мониторинга и управления экологической безопасности промышленных производств // Системы управления, связи и безопасности. 2015. № 2. С. 184–197. EDN: TXOSMN
11. Серовиков С. А. Разработка алгоритмов, обеспечивающих функционирование системы экологического мониторинга // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2009. Т. 5. № 12. С. 238–243. EDN: LATILP
12. Гуман О. М., Довгополый В. Н., Захаров А. В. Методические основы обработки информации при локальном мониторинге окружающей среды // Известия Уральского государственного горного университета, 2003. № 18. С. 256–262.

13. Носкова А. И., Токранова М. В. Обзор автоматизированных систем мониторинга // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2017. № 1(9). С. 42–47. EDN: ZIAHDL
14. Veretekhina S.V., Karyagina T.V., Kornuyushko V.F. et al. Information system for monitoring the state of the natural environment according to the russian satellite // Ekoloji. 2018. Vol. 27. No. 106. Pp. 461–469. EDN: ZDOUMH
15. Смирнов Н. Н. Анализ и прогнозирование экологической обстановки средствами космического мониторинга и нейросетевых технологий // В сборнике: Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности. XXV Международная конференция, XXIII Международный конкурс научных и научно-методических работ, IX Международный конкурс «Научное школьное сообщество». Москва, 2023. С. 114–118. EDN: OQIEJL

## REFERENCES

- Orekhov A.A. Research and development of hardware and software complex for environmental monitoring of surface and groundwater based on the geoelectric control method. *Uchenyye zapiski Rossiyskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta* [Scientific notes of the Russian State Hydrometeorological University]. 2013. No. 28. Pp. 72–77. EDN: QJINNZ. (In Russian)
- Kuzichkin O.R., Dorofeev N.V., Tsaplev A.V. et al. Methods and means of automated geodynamic control and geocological monitoring. *Radio engineering and telecommunication systems*. 2014. No. 1(13). Pp. 63–72. EDN: RWRIPF. (In Russian)
- Kolesenkov A.N. Modern approaches to data processing in the construction of geoinformation systems for environmental monitoring. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskiye nauki* [Bulletin of the Tula State University. Technical sciences]. 2016. No. 9. Pp. 103–112. EDN: WYYAMH. (In Russian)
- Zamyatin A.V. Methods of data mining in regional aerospace monitoring systems. *Vestnik SGUGiT (Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologii)* [Bulletin of SSUGiT (Siberian State University of geosystems and technologies)]. 2016. No. 4(36). Pp. 74–88. EDN: XQYXMV. (In Russian)
- Spevakova S.V., Spevakov A.G., Chernetskaya I.V. Mathematical model for processing multispectral data for a mobile platform for environmental monitoring. *Proceedings of the Southwest State University. Series: Control, computer engineering, information science. Medical instruments engineering*. 2023. No. 13(2). Pp. 153–169. DOI: 10.21869/2223-1536-2023-13-2-153-169. (In Russian)
- Kuznetsov A.S. Information support of quality management processes for products made of multicomponent elastomer composites. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. No. 1(117). Pp. 21–28. (In Russian)
- Abramova A.G., Plugotarenko N.K., Petrov V.V., Markina A.V. Systems approach to the development of urban automated environmental monitoring systems. *Engineering journal of DON*. 2012. No. 4–2. P. 1. EDN: PVJBVR. (In Russian)
- Chernyshova G.Yu., Samarkina E.A. Methods of data mining for forecasting financial time series. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya Ekonomika. Upravleniye. Pravo* [Bulletin of the Saratov University. New series. Series Economy. Management. Law]. 2019. No. 19. No. 2. Pp. 181–188. DOI: 10.18500/1994-2540-2019-19-2-181-188. (In Russian)

9. Makarova E.A. Processing of semi-structured text data for use in analysis models. *Information and mathematical technologies in science and management*. 2023. No. 1(29). Pp. 178–189. DOI: 10.25729/ESI.2023.29.1.015. (In Russian)
10. Kropotov Yu.A., Proskuryakov A.Yu., Belov A.A., Kolpakov A.A. Models, algorithms of the automated monitoring and control system of environmental safety of industrial production. *Systems of control, communication and security*. 2015. No. 2. Pp. 184–197. EDN: TXOSMN. (In Russian)
11. Serovikov S.A. Development of algorithms that ensure the functioning of the environmental monitoring system. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Voronezh State Technical University]. 2009. Vol. 5. No. 12. Pp. 238–243. EDN: LATILP. (In Russian)
12. Guman O.M., Dovgopoly V.N., Zakharov A.V. Methodological foundations of information processing in local environmental monitoring. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta* [Izvestia Ural State Mining University]. 2003. No. 18. Pp. 256–262. (In Russian)
13. Noskova A.I., Tokranova M.V. Review of automated monitoring systems. *Intellektual'nyye tekhnologii na transporte* [Intelligent technologies in transport]. 2017. No. 1(9). Pp. 42–47. EDN: ZIAHDL. (In Russian)
14. Veretekhina S.V., Karyagina T.V., Korniyushko V.F. et al. Information system for monitoring the state of the natural environment according to the russian satellite. *Ekoloji*. 2018. Vol. 27. No. 106. Pp. 461–469. EDN: ZDOUMH
15. Smirnov N.N. Analysis and forecasting of the environmental situation by means of space monitoring and neural network technologies. *In the collection: Modern information technologies in education, science and industry. XXV International Conference, XXIII International Competition of Scientific and Scientific-Methodological Works, IX International Competition "Scientific School Community"*. Moscow, 2023. Pp. 114–118. EDN: OQIEJL. (In Russian)

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Funding.** The study was performed without external funding.

### Информация об авторах

**Смирнов Николай Николаевич**, аспирант кафедры информационных технологий, искусственного интеллекта и общественно-социальных технологий цифрового общества, Российский государственный социальный университет;

129226, Россия, Москва, ул. Вильгельма Пика, 4, стр. 1;

cheshire1711@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8918-1650>, SPIN-код: 7888-7886

**Кузнецов Андрей Сергеевич**, канд. тех. наук, доцент кафедры информационных технологий, искусственного интеллекта и общественно-социальных технологий цифрового общества, Российский государственный социальный университет;

129226, Россия, Москва, ул. Вильгельма Пика, 4, стр. 1;

askgoogle@internet.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1569-4765>, SPIN-код: 8442-7210

**Information about the authors**

**Nikolay N. Smirnov**, Post-graduate Student, Associate Professor of the Department of Information Technologies, Artificial Intelligence and Social Technologies of Digital Society, Russian State Social University (RGSU);

129226, Russia, Moscow, 4 Wilhelm Pieck street, 1 building;

cheshire1711@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8918-1650>, SPIN-code: 7888-7886

**Andrey S. Kuznetsov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Technologies, Artificial Intelligence and Social Technologies of Digital Society, Russian State Social University;

129226, Russia, Moscow, 4 Wilhelm Pieck street, 1 building;

askgoogle@internet.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1569-4765>, SPIN-code: 8442-7210

УДК 633.152

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-103-111

EDN: UWNPAF

## Корреляционная связь между хозяйственно полезными признаками у линий сахарной кукурузы

Е. Ф. Сотченко, Е. А. Конарева

Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы  
357502, Россия, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 14-о, пом. 1

**Аннотация.** Для создания высокопродуктивных гибридов кукурузы необходимо иметь качественный линейный материал инбредных линий, которые должны обладать рядом хозяйственно полезных признаков, а также быть адаптированными к агроклиматическим условиям. В данной статье представлен результат изучения хозяйственно полезных признаков линий сахарной кукурузы и взаимосвязи этих признаков между собой, а также влияния погодных условий на формирование данных признаков за период с 2020 по 2022 год. Все выбранные линии представлены из имеющегося материала в коллекции ФГБНУ ВНИИ кукурузы, который расположен в Предгорной зоне Ставропольского края – г. Пятигорске. Объектом исследований послужили 10 линий сахарной кукурузы, созданных селекционерами нашего института. В ходе изучения выявлена прямая корреляционная зависимость между такими хозяйственно полезными признаками, как высота растения и высота прикрепления початка ( $r = 0,92$ ), количество дней до цветения початка и высота растений ( $r = 0,99$ ), масса 1000 семян и количество рядов ( $r = 0,78$ ) и др., которые оказываются в прямой взаимосвязи между собой, а также обнаружены хозяйственно полезные признаки, которые не имеют никакой зависимости между вариациями, например: продолжительность периода «всходы – цветение початка» и длина початка ( $r = -0,68$ ), масса зерна с початка и масса 1000 зерен ( $r = -0,63$ ), масса зерна с початка и высота растения ( $r = -0,80$ ) и др. На основе полученных результатов исследования даны рекомендации практической селекции, которые пригодятся для создания гибридов нового поколения.

**Ключевые слова:** кукуруза, инбредные линии, коэффициент корреляции, корреляционные взаимодействия, хозяйственно ценные признаки

Поступила 02.05.2024, одобрена после рецензирования 22.05.2024, принята к публикации 27.05.2024

**Для цитирования.** Сотченко Е. Ф., Конарева Е. А. Корреляционная связь между хозяйственно полезными признаками у линий сахарной кукурузы // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 3. С. 103–111. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-103-111

Original article

## Correlation between economically useful traits in sugar corn lines

E.F. Sotchenko, E.A. Konareva

All-Russian research scientific institute of corn  
357502, Russia, Pyatigorsk, 14-o Ermolov street, building 1

**Abstract.** To create highly productive corn hybrids, it is necessary to have high-quality linear material of inbred lines, which must have a number of economically useful traits, as well as be adapted to agroclimatic conditions. This article presents the result of a study of economically useful traits of sweet

corn lines and their interrelationship, as well as the influence of weather conditions on the formation of these traits for the period from 2020 to 2022 research. All selected lines are presented from the available material in the collection of the Federal State Budgetary Institution All-Russian Research Institute of Corn, which is located in the Foothill zone of the Stavropol Territory, Pyatigorsk. The object of the research was 10 lines of sweet corn created by breeders of our institute. The study revealed a direct correlation between such economically useful traits as plant height and height of attachment of the cob ( $r = 0.92$ ), the number of days before flowering of the cob and plant height ( $r = 0.99$ ), the weight of 1000 seeds and the number rows ( $r = 0.78$ ), and other characteristics that are in direct relationship with each other, as well as economically useful characteristics that do not bear any relationship between variations, for example: the duration of the germination period – flowering of the cob and the length of the cob ( $r = -0.68$ ), grain weight per cob and weight of 1000 grains ( $r = -0.63$ ), grain weight per cob and plant height ( $r = -0.80$ ), etc. Based on the research results, recommendations for practical selection are given, which will be useful for creating new generation hybrids.

**Keywords:** corn, inbred lines, correlation coefficient, correlation interactions, economically valuable traits

Submitted 02.05.2024,

approved after reviewing 22.05.2024,

accepted for publication 27.05.2024

**For citation.** Sotchenko E.F., Konareva E.A. Correlation between economically useful traits in sugar corn lines. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. Vol. 26. No. 3. Pp. 103–111. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-103-111

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из востребованных высокоурожайных культур является кукуруза, а наиболее востребована сахарная, ее достоинства значительно выше, чем у других подвидов [1]. Сахарная кукуруза относится к овощным культурам и по питательной ценности занимает одно из ведущих мест. С каждым годом спрос на данный вид продукта увеличивается, однако ассортимент ее намного меньше, чем зернофуражной кукурузы, в связи с этим селекционерами нашего и других институтов постоянно ведется работа по созданию новых гибридов и линий сахарной кукурузы. Эффективность селекционной работы по созданию высокогетерозисных урожайных гибридов кукурузы в большей степени зависит от правильности подбора родительских форм, участвующих в скрещиваниях [2]. Для создания гибрида кукурузы нужен исходный материал, отвечающий требованиям зоны семеноводства и дающий высокопродуктивные гибриды [3]. Исходным материалом в селекционной работе могут служить как линии (для создания простых гибридов), так и простые гибриды (для создания трехлинейных и двойных гибридов). Создание линий – это достаточно долгий и трудоемкий процесс, на создание одной линии требуется пять-семь лет. Создание, изучение, выделение и использование исходного материала являются важнейшими условиями результативности любого направления селекционной работы [4]. Инбредные линии должны обладать рядом хозяйственно полезных признаков, а также быть адаптированными к агроклиматическим условиям. Если принять во внимание, что климатические условия из года в год отличаются, то и для изучения каждого хозяйственно ценного признака может потребоваться в несколько раз больше времени, однако это неотъемлемая и немаловажная часть работы селекционеров. Важно также осознавать, что созданный и проверенный в определенной климатической зоне материал (линии кукурузы) пригоден лишь для той зоны, в которой он создан, в других климатических условиях проводить работу с ним нецелесообразно. Классификация исходного материала на ранних этапах селекции является неотъемлемой частью в

современных селекционных программах [5]. Прежде чем начать работу по созданию гибридов, новые самоопыленные линии тщательно изучаются по ряду селекционно-ценных признаков, а также их наследованию и зависимости от различных условий среды. Для более полного анализа хозяйственной ценности линий важно определить корреляционную связь между наследуемыми признаками инбредных линий в конкретной экологической подгруппе. Обнаружение и определение величины таких корреляционных связей помогают более четко составлять план селекционной работы, повышать эффективность труда селекционера. В данной статье приведены результаты изучения корреляционных связей между основными хозяйственно ценными признаками у инбредных линий сахарной кукурузы, созданных в ФГБНУ ВНИИ кукурузы г. Пятигорска.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для исследования было выбрано 10 линий сахарной кукурузы, отобранных по комплексу признаков из коллекции линий, созданных в ФГБНУ ВНИИК с 2015 по 2022 г. Набор линий различается по продолжительности вегетационного периода и морфологическим признакам [6]. Выбранные нами линии изучали по комплексу хозяйственно полезных признаков: высота растений, высота прикрепления початка, урожай зерна, биометрические показатели початков и другие фенологические наблюдения. Элементы структуры урожая корреляционно связаны с урожаем зерна, хотя и вносят незначительный вклад в формирование продуктивности растений [7]. Изучение проводили в 2020–2022 гг. Погодные условия по годам исследования имеют значительное различие, особенно по количеству выпавших осадков за весь период вегетации растений с апреля по сентябрь (табл. 1). Самый благоприятный для роста и развития кукурузы 2021 г., среднесуточная температура воздуха комфортная, май теплый и влажный, что способствовало хорошему росту и развитию растений сахарной кукурузы. Июнь и июль – месяцы, в которые идет закладка початка, а также цветение и налив зерна, – не слишком жаркие, и осадков выпало достаточное количество. Август жаркий и влажный, количество выпавших осадков превысило среднемноголетнее значение на 52,1 мм. Несмотря на то, что за три взятые нами года исследований среднесуточная температура воздуха по месяцам существенно отличается, в сумме за весь период вегетации растений кукурузы (апрель-сентябрь) по годам она практически одинаковая и превышает среднемноголетнее значение. По количеству выпавших осадков за весь период самый влажный 2021 г., а самый сухой – 2022-й.

**Таблица 1.** Метеорологические условия за период вегетации, апрель-август 2020–2022 гг.

**Table 1.** Meteorological conditions during the growing season, April-August 2020-2022

Месяц	Среднесуточная температура воздуха, t <sup>0</sup> C				Количество выпавших осадков, мм			
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	средняя многолетняя	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее многолетнее
Апрель	8,1	11,1	12,4	9,4	20,0	13,8	13,0	34,4
Май	15,2	17,4	14,2	16,1	134,7	94,3	80,3	96,9
Июнь	21,7	20,9	21,1	20,4	56,7	63,9	92,5	95,9
Июль	23,9	23,8	22,5	22,5	18,0	73,5	7,4	73,3
Август	21,9	24,3	24,3	21,0	65,1	78,1	1,2	26,0
Сентябрь	18,3	15,2	18,3	16,1	5,5	72,5	53,5	46,4
	<b>18,2</b>	<b>18,8</b>	<b>18,8</b>	<b>17,6</b>	<b>300,0</b>	<b>396,1</b>	<b>247,9</b>	<b>372,9</b>

Почвенный покров хозяйства представлен черноземами обыкновенными. Земли характеризуются тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, физические свойства черноземов хорошие. В опытах делянки двухрядковые, S ряда – 4,9 м<sup>2</sup>, размещение вариантов систематизированное, сеяли в двух повторениях сажалками-хлопушками. В работе с исходным материалом важную роль играют количественные признаки элементов продуктивности. Полную характеристику новых линий кукурузы можно получить лишь при оценке их количественных признаков [8]. В ходе работы нами проводились следующие измерения и учеты: продолжительность периода «всходы – цветение метелки», продолжительность периода «всходы – цветение початка», высота растения, высота прикрепления верхнего початка, вес сухого початка, длина початка, диаметр початка, число рядов зерен и масса зерна с початка, масса 1000 семян, урожай зерна в пересчете на стандартную 14 % влажность и густоту стояния растений 60 тыс. на 1 га. Коэффициенты корреляции Пирсона (r) рассчитывались по методике, изложенной Б. А. Доспеховым [9], для всей изучаемой группы линий. Значение коэффициента корреляции r от 0 до 0,500 показывает слабую корреляционную связь между признаками, от 0,501 до 0,700 – среднюю и от 0,701 до 0,999 – сильную.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Выбранные для изучения линии по группам спелости распределились на три подгруппы: раннеспелые – 4 линии, 43–54 дня от всходов до цветения початка; среднеранние – 4 линии, 56–63 дня; среднепоздние – 2 линии, 70–74 дня. В период вегетации велись наблюдения за посевами и фиксировались внешние условия: среднесуточная сумма температуры воздуха и количество выпавших осадков. Сумма эффективных температур (СЭТ) в 2020 г. составила 2508,2<sup>0</sup>С, а количество выпавших осадков – 274,5 мм; в 2021 г. СЭТ = 2659,9<sup>0</sup>С, количество выпавших осадков – 309,8 мм; в 2022 г. СЭТ = 3024,8, осадков за период вегетации выпало 181,4 мм. Проанализировав погодные условия и количество выпавших осадков, мы выявили, что самый большой урожай показывали линии в 2021 г., а самый низкий – в 2022 г. Однако даже в неблагоприятном по погодным условиям 2022 г. (засушливый и жаркий) линии сахарной кукурузы показывали хороший урожай зерна, лишь у позднеспелых линий РМ 443 и РМ 428 замечено снижение урожая зерна. Линия РМ 428 показала самый хороший урожай зерна в 2021 г., он составил 4,5 т/га, а в более засушливом 2022 г. – 3,0 т/га; линия РМ 443 – 3,2 т/га (2022 г.) и 5,4 т/га (2021 г.). Анализ показал, что выбранные нами линии дают стабильные урожаи при различных климатических условиях и хорошо адаптированы к их изменениям. Это играет немаловажную роль при составлении родительских пар в создании новых гибридов, приспособленных к различным изменениям климата. В рабочей коллекции самоопыленных линий выделены генетические источники основных хозяйственно полезных признаков, что позволяет оптимизировать селекционный процесс по созданию новых высокопродуктивных гибридов сахарной кукурузы [10]. Характеристика изучаемых линий сахарной кукурузы представлена в таблице 2, данные в таблице усредненные за три года.

**Таблица 2.** Характеристика линий сахарной кукурузы по основным хозяйственно полезным признакам  
**Table 2.** Characteristics of sweet corn lines according to the main economically useful traits

Линии	Количество дней от всходов до цветения метелки/початка	Высота растений, см	Высота прикрепления початка, см	Масса 1000 зерен	Длина початка, см	Количество рядов, шт.	Зерен в ряду, шт.	Диаметр початка, см	Урожай зерна при 14 % Влажности, т/га	Вес сухого початка, г	Масса зерна с початка, г	Количество зерен с початка, шт.
Раннеспелая группа												
PM 425	40/43	107	25	220	10,0	14	23	3,2	4,2	91,5	70,4	320
PM 403	47/50	98	22	180	7,5	14	21	3,0	3,1	68,00	52,2	290
PM 405	47/52	100	22	140	10,0	14	24	3,4	2,8	61,40	47,2	337
PM 422	49/54	125	30	215	11,0	14	26	3,5	4,7	101,8	78,3	364
Среднеранняя группа												
PM 449	54/56	130	40	155	10,5	14	25	3,5	3,2	70,1	53,9	348
PM 460	57/59	130	40	185	13,0	16	28	4,0	5,4	117,4	90,3	488
PM 461	58/60	125	40	190	12,0	18	27	4,2	5,5	118,6	91,2	480
PM 482	61/63	140	40	205	14,5	18	29	4,0	6,4	138,6	106,6	520
Среднепоздняя группа												
PM 428	66/70	125	50	165	11,0	16	28	3,7	4,4	96,1	73,9	443
PM 443	70/74	170	70	210	13,5	18	32	4,5	6,9	150,2	115,5	550

Из таблицы 2 видно, что чем позднее группа спелости, тем дольше продолжительность межфазного периода «всходы – цветение метелки и початка», а также высота растений и прикрепления початка. Линии раннеспелой группы ниже, чем более поздние. Биометрические показатели початков не имеют прямой зависимости от группы спелости и разнятся между собой так же, как и масса 1000 зерен. Самая большая она у раннеспелой линии PM 425, при этом урожай зерна у нее в среднем диапазоне. Высокий урожай зерна при пересчете на 14% влажность в среднем за три года исследований у среднепоздней линии PM 443, она же и является самой позднеспелой из выбранных для изучения линий. Высота растений и прикрепления верхнего початка варьировала от 98 до 170 см и от 22 до 70 см соответственно. Высота растений кукурузы тесно коррелирует со многими морфологическими признаками и элементами продуктивности, она служит важным показателем при подборе родительских пар на участках гибридизации. Мы провели корреляционный анализ между хозяйственно полезными признаками у всех групп линий. Корреляция – это статистическая зависимость между случайными величинами, не имеющими строго функционального характера, при которой изменение одной из случайных величин приводит к изменению математического ожидания другой. Значения коэффициентов корреляции по всем изучаемым в опыте признакам приведены в таблице 3.

**Таблица 3.** Коэффициенты корреляции ( $r$ ) между основными хозяйственно полезными признаками у изучаемой группы инбредных линий сахарной кукурузы селекции ФГБНУ ВНИИК

**Table 3.** Correlation coefficients ( $r$ ) among the main economically useful traits in the studied group of inbred lines of sweet corn selected by FGBNU VNIİK

	Количество дней от всходов до цветения початка	Высота растений	Высота прикрепления верхнего початка	Вес сухого початка	Длина початка	Диаметр початка	Количество рядов	Количество зерен в ряду	Количество зерна с початка	Масса зерна с початка	Масса 1000 зерен	Урожай зерна
Количество дней от всходов до цветения початка		0,996		0,856	-0,682		0,769	-0,890		-0,678	0,759	0,727
Высота растений	0,996		0,916	-0,667	-0,716		-0,771	-0,942		-0,804		
Высота прикрепления верхнего початка		0,916		-0,833							-0,737	-0,820
Вес сухого початка			-0,833		0,856		0,900	0,944		0,910	0,722	1,000
Длина початка	-0,682			-0,856					0,922	0,824	0,711	0,980
Диаметр початка	-1,558				1,6		1,566	1,8			1,044	1,6
Количество рядов	0,769			0,900		1,566		0,810		0,816	-0,783	
Количество зерен в ряду	0,890			0,944			0,810		0,933	0,811	-0,658	0,922
Количество зерна с початка					0,922			0,933				0,927
Масса зерна с початка	-0,678	-0,804		0,910	0,802		0,816				-0,627	0,778
Масса 1000 зерен	0,759	-0,680	-0,737	0,722	0,711	1,044	0,783	-0,658		-0,627		0,778
Урожай зерна	0,727			1,000	0,980			0,922	0,927	0,778	0,778	

Для всей группы выбранных нами линий сахарной кукурузы после вычисления коэффициентов корреляции ( $r$ ) (табл. 3) обнаружены положительные корреляционные связи между следующими парами хозяйственно полезных признаков: высота прикрепления верхнего початка и высота растения ( $r = 0,92$ ), количество дней до цветения початка и высота растений ( $r=0,99$ ), вес сухого початка и масса зерна с початка ( $r = 0,91$ ), вес сухого початка и количество зерен в ряду ( $r = 0,94$ ), вес сухого початка и длина початка ( $r = 0,86$ ), масса 1000 зерен и вес сухого початка ( $r = 0,72$ ), масса 1000 зерен и количество рядов ( $r = 0,78$ ), количество зерен в ряду и число зерен в початке ( $r = 0,93$ ), количество зерен в ряду и масса зерна с початка ( $r = 0,81$ ), масса 1000 семян и длина початка ( $r = 0,71$ ), вес сухого початка и масса 1000 зерен ( $r = 0,72$ ), масса зерна с початка и количество рядов ( $r = 0,82$ ), количество зерен в ряду и количество зерен в початке ( $r = 0,93$ ), количество рядов и вес сухого початка ( $r = 0,90$ ), урожай зерна и длина початка ( $r = 0,98$ ), урожай зерна и количество зерен в ряду ( $r = 0,92$ ), урожай зерна и количество зерен в початке ( $r = 0,93$ ). Отрицательная корреляционная связь обнаружена между признаками продолжительность периода «всходы – цветение початка» и масса зерна с початка ( $r = -0,69$ ), высота растения и вес сухого початка ( $r = -0,69$ ), высота прикрепления початка и масса 1000 зерен ( $r = -0,74$ ), продолжительность

периода «всходы – цветение початка» и длина початка ( $r = -0,68$ ), масса зерна с початка и масса 1000 зерен ( $r = -0,63$ ), масса зерна с початка и высота растения ( $r = -0,80$ ), количество зерен в ряду и масса 1000 зерен ( $r = -0,66$ ), количество рядов и масса 1000 зерен ( $r = -0,78$ ), продолжительность периода «всходы – цветение початка» и количество зерен в ряду ( $r = -0,89$ ), длина початка и вес сухого початка ( $r = -0,86$ ), высота растения и количество рядов ( $r = -0,77$ ), урожай зерна и высота прикрепления початка ( $r = -0,82$ ), высота растений и масса зерна с початка ( $r = -0,80$ ), длина початка и высота растений ( $r = -0,72$ ), количество зерен в ряду и высота растений ( $r = -0,94$ ). Значениями коэффициента корреляции связаны следующие признаки: число зерен в ряду и урожай зерна, длина початка и урожай зерна, урожай зерна и число зерен в ряду, длина початка и количество зерен в початке, длина початка и вес сухого початка, масса зерна с початка и количество зерен с початка. С количеством зерен на початке положительная корреляционная зависимость была установлена лишь с количеством рядов зерен на початке. Определение величины корреляционных связей изучаемых инбредных линий сахарной кукурузы позволяет установить генетические особенности и использовать их в практической селекции для создания гибридов.

### Выводы

При создании гибридов сахарной кукурузы наибольшей продуктивности необходимо учитывать следующие сильные корреляционные связи между такими хозяйственно полезными признаками, как высота растений и высота прикрепления початка, масса зерна с початка и урожай зерна, масса 1000 зерен и урожай зерна, длина початка и масса початка. Высота растений напрямую зависит от количества дней от всходов до цветения початка, чем больше количество дней, то есть группа спелости, тем выше растение. Но необходимо отметить, что группа спелости никак не связана с массой 1000 зерен и количеством рядов и зерен в ряду, длиной початка и массой зерна с початка. Для составления родительских пар при создании гибридов необходимо учитывать влияние этих хозяйственно полезных признаков друг на друга. Кроме этого, необходимо отметить, что созданные в нашем институте линии сахарной кукурузы хорошо адаптированы к изменениям климата и дают стабильные урожаи зерна даже при неблагоприятных погодных условиях.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волкова А. С., Петелин И. С. Сахарная кукуруза в Центральной зоне Краснодарского края. Материалы VIII международной научно-практической конференции «Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки». Симферополь, 2023. С. 14.
2. Лемешев Н. А., Гульняшкин А. В., Новичихин А. П., Варламова И. Н. Изучение и оценка новых линий кукурузы на специфическую комбинационную способность в диаллельных скрещиваниях. Сб. трудов: Материалы международной научно-практической конференции «Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства». 7 февраля 2018 года. С. 245–248.
3. Галговская Л. А., Теркина О. В., Романова А. Н. Комбинационная способность новых инбредных линий кукурузы селекции ВНИИК. Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 6(116). С. 264–269. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-6-116-264-269
4. Сотченко В. С., Горбачева А. Г., Ветошкина И. А., Орлянская Н. А. Характеристика элитных линий кукурузы по основным хозяйственно ценным признакам. Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 2(100). С. 60–67. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-2-100-60-67

5. Федорова А. А., Лемешева А. В. Классификация новых инбредных линий кукурузы посредством кластерного анализа. Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 96. С. 189–193. DOI: 10.21515/1999-1703-96-189-193
6. Сотченко Ю. В., Галговская Л. А., Теркина О. В. и др. Изучение новых инбредных линий кукурузы селекции ВНИИК. Кукуруза и сорго. 2019. № 1. С. 30–34. DOI: 10.25715/KS.2019.1.26879
7. Волков Д. П., Зайцев А. С., Бабушкин Д. Д., Рожков П. Ю. Параметры структуры урожая кукурузы в диаллельной схеме // Сб. трудов конференции «Актуальные проблемы развития научных исследований и инноваций в сельскохозяйственном производстве». Белгород, 2023. С. 241–246.
8. Лемешев Н. А., Земцев А. А., Гульняшкин А. В. Характеристика новых самоопыленных линий кукурузы на продуктивность и количественные признаки ее компонентов // Сб. международной научно-практической конференции с элементами школы молодых ученых «Научные приоритеты адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства». Краснодар, 2019. С. 51–55.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. С. 228–261.
10. Сотченко В. С., Сотченко Е. Ф., Конарева Е. А. Изучение исходного материала для селекции сахарной кукурузы в Предгорной зоне Ставропольского края // Кукуруза и сорго. 2018. № 1. С. 15–20. EDN: YTPHUO

## REFERENCES

1. Volkova A.S., Petelin I.S. Sweet corn in the Central zone of the Krasnodar Territory. *Materialy VIII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Sovremennoye sostoyaniye, problemy i perspektivy razvitiya agrarnoy nauki»* [Materials of the VIII international scientific and practical conference “Current state, problems and prospects for the development of agricultural science”]. Simferopol, 2023. P. 14. (In Russian)
2. Lemeshev N.A., Gulnyashkin A.V., Novichikhin A.P., Varlamova I.N. Study and evaluation of new maize lines for specific combinative ability in diallelic crosses. *Sb. trudov Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Resursosberezheniye i adaptivnost' v tekhnologiyakh vozdeleyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i pererabotki produktsii rasteniyevodstva»* [Sat. proceedings Materials of the international scientific and practical conference “Resource saving and adaptability in technologies for cultivating agricultural crops and processing crop products”]. 2018. Pp. 245–248. (In Russian)
3. Galgovskaya L.A., Terkina O.V., Romanova A.N. Combination ability of new inbred corn lines bred by VNIK. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2023. No. 6(116). Pp. 264–269. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-6-116-264-269. (In Russian)
4. Sotchenko V.S., Gorbacheva A.G., Vetoshkina I.A., Orlyanskaya N.A. Characteristics of elite corn lines according to the main economically valuable traits. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2021. No. 2(100). Pp. 60–67. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-2-100-60-67. (In Russian)
5. Fedorova A.A., Lemesheva A.V. Classification of new maize inbred lines using cluster analysis. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University]. 2022. No. 96. Pp. 189–193. DOI: 10.21515/1999-1703-96-189-193. (In Russian)
6. Sotchenko Yu.V., Galgovskaya L.A., Terkina O.V., Romanova A.N., Pozdnyakov A.Yu., Zhirkova E.V. Study of new inbred lines of corn selected by VNIK. *Kukuruza i sorgo* [Corn and sorghum]. 2019. No. 1. Pp. 30–34. DOI: 10.25715/ KS.2019.1.26879. (In Russian)

7. Volkov D.P., Zaitsev A.S., Babushkin D.D., Rozhkov P.Yu. Parameters of the corn yield structure in a diallelic scheme. *Sb. trudov konferentsii «Aktual'nyye problemy razvitiya nauchnykh issledovaniy i innovatsiy v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve»* [Sat. proceedings of the conference «Current problems in the development of scientific research and innovation in agricultural production»]. Belgorod, 2023. Pp. 241–246. (In Russian)

8. Lemeshev N.A., Zemtsev A.A., Gulnyashkin A.V. Characteristics of new self-pollinated lines of corn for productivity and quantitative traits of its components. *Sb. Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s elementami shkoly molodykh uchenykh «Nauchnyye priority adaptivnoy intensivifikatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva»* [Sat. International scientific and practical conference with elements of a school for young scientists «Scientific priorities of adaptive intensification of agricultural production»]. Krasnodar, 2019. Pp. 51–55. (In Russian)

9. Dosphehov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Field experiment methodology]. Moscow: Agropromizdat, 1985. Pp. 228–261. (In Russian)

10. Sotchenko V.S., Sotchenko E.F., Konareva E.A. Study of source material for sweet corn breeding in the Foothill zone of the Stavropol Territory. *Kukuruza i sorgo* [Corn and sorghum]. 2018. No. 1. Pp. 15–20. EDN: YTPHUO. (In Russian)

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Funding.** The study was performed without external funding.

### Информация об авторах

**Сотченко Елена Федоровна**, канд. биол. наук, вед. науч. сотр. отдела селекции на иммунитет, Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы;

357502, Россия, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 14-о, пом. 1;

elena.minencova@list.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3451-155X>, SPIN-код: 7669-0336

**Конарева Елена Анатольевна**, ст. науч. сотр. отдела селекции на иммунитет, Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы;

357502, Россия, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 14-о, пом. 1;

ea7514@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6781-3186>, SPIN-код: 8573-8442

### Information about the authors

**Elena F. Sotchenko**, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, Department of Breeding for Immunity, All-Russian research scientific institute of corn;

357502, Russia, Pyatigorsk, 14-o Ermolov street, building 1;

elena.minencova@list.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3451-155X>, SPIN-code: 7669-0336

**Elena A. Konareva**, Senior Researcher, Department of Breeding for Immunity, All-Russian research scientific institute of corn;

357502, Russia, Pyatigorsk, 14-o Ermolov street, building 1;

ea7514@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6781-3186>, SPIN-code: 8573-8442

УДК 338.43

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-112-126

EDN: VIRZBC

## Отечественный и зарубежный опыт агропромышленной интеграции

В. З. Мазлоев<sup>1</sup>, Е. В. Бидеева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ВНИОПТУСХ – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства»

111622, Россия, Москва, ул. Оренбургская, 15

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Горский государственный аграрный университет

Аграрный колледж

362040, Россия, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37

**Аннотация.** В статье исследуются вопросы интеграционных процессов, которые затронули фактически все направления аграрного бизнеса. Зарубежный и отечественный опыт подтверждает, что повышения эффективности производства и высокой конкурентоспособности достигают крупные продуктовые компании. Наряду с тем, что они удерживают рынок продукции, еще и имеют возможность мотивировать производителей сырья, используя при этом различные направления интеграции и кооперации. История развития интеграционных процессов как в России, так и за рубежом подтверждает их эффективность за счет объединения всех ресурсов интегрирующихся структур при сохранении юридической самостоятельности. Анализ развития интеграционных процессов в России выявил высокую эффективность и дееспособность интеграции различных форм и типов агропромышленных формирований. Проведенное исследование позволило обосновать необходимость дальнейшего развития и активизации интеграционных процессов в агропромышленном комплексе, позволяющих объединять различные формы и типы хозяйствующих субъектов и формировать мощный потенциал для дальнейшего прорывного развития агропромышленного комплекса страны в условиях цифровой трансформации экономики.

**Ключевые слова:** агропромышленный комплекс, агропромышленные формирования, агропромышленный холдинг, интеграция, кооперация, сельское хозяйство

Поступила 16.02.2024, одобрена после рецензирования 26.04.2024, принята к публикации 31.05.2024

**Для цитирования.** Мазлоев В. З., Бидеева Е. В. Отечественный и зарубежный опыт агропромышленной интеграции // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 3. С. 112–126. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-112-126

Original article

## Domestic and foreign experience of agro-industrial integration

V.Z. Mazloev<sup>1</sup>, E.V. Bideeva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>VNIOPTUSKH – branch of the Federal State Budgetary Educational Institution FNC VNIIESKH

111622, Russia, Moscow, 15 Orenburgskaya street

<sup>2</sup>Agricultural College of Mountain State Agrarian University

362040, Russia, Vladikavkaz, 37 Kirov street

**Abstract.** The article examines issues of integration processes that have affected virtually all areas of agricultural business. Foreign and domestic experience confirms that large food companies achieve increased production efficiency and high competitiveness. Along with the fact that they hold the product market, they

also have the opportunity to motivate producers of raw materials, using various areas of integration and cooperation. The history of integration processes development both in Russia and abroad confirms their effectiveness by combining all the resources of the integrating structures, while maintaining legal independence. An analysis of the development of integration processes in Russia has revealed the high efficiency and effectiveness of the integration of various forms and types of agro-industrial formations. The conducted research made it possible to substantiate the need for further development and intensification of integration processes in the agro-industrial complex, allowing to unite various forms and types of economic entities, and to form a powerful potential for the further breakthrough development of the country's agro-industrial complex in the conditions of digital transformation of the economy.

**Keywords:** agro-industrial complex, agro-industrial formations, agro-industrial holding, integration, cooperation, agriculture

Submitted 16.02.2024,

approved after reviewing 26.04.2024,

accepted for publication 31.05.2024

**For citation.** Mazloev V.Z., Bideeva E.V. Domestic and foreign experience of agro-industrial integration. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. Vol. 26. No. 3. Pp. 112–126. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-112-126

## ВВЕДЕНИЕ

Отечественная и зарубежная практика развития различных организационных форм интегрированных структур в аграрной сфере показывает, что наибольшее распространение получили следующие модели:

- контрактная система взаимоотношений между производителями сельскохозяйственной продукции, перерабатывающими, сбытовыми и другими организациями;
- агропромышленные формирования, созданные путем объединения капиталов и труда юридических и физических лиц (корпорации, кооперативы и другие);
- комбинаты, в которых представлен весь технологический цикл от производства сельскохозяйственной продукции и ее переработки до реализации конечному потребителю;
- объединения, созданные без образования дополнительного юридического лица, возглавляемые фирмой-интегратором, осуществляющей связи с другими участниками объединения на контрактной основе либо путем участия в формировании их собственности;
- холдинговые компании.

Особенностью интеграционных процессов в аграрном секторе зарубежных стран является сельскохозяйственная направленность, то есть сельскохозяйственные организации – объекты интеграции, а несельскохозяйственные фирмы в большинстве своем как дополнительные структуры, косвенно являющиеся инициаторами.

*Методы исследования.* В процессе исследования использовался широкий спектр методов, среди которых особо следует выделить абстрактно-логический, монографический, аналитический, экспертных оценок и некоторые другие, в основе которых лежит диалектический подход к изучению общественно-экономических явлений хозяйственного механизма.

*Результаты и обсуждение.* К основным факторам, способствующим развитию агропромышленной интеграции, в рыночно развитых странах относят усиление государственного регулирования отраслей АПК, накопление и концентрацию капитала в них, а также повышение значимости в конечной продукции АПК несельскохозяйственных отраслей. Анализ развития интеграционных процессов в зарубежных странах показал, что имеются различия интеграции сельскохозяйственных производителей и перерабатывающих предприятий по видам аграрного производства. Так, интеграционные процессы в Италии и Великобритании характеризуются вертикальными связями, формирующимися

на основе контрактов при сбыте сельскохозяйственных товаров компаниям, осуществляющим их переработку. Данная форма контрактных отношений имеет место преимущественно в производственно-сбытовом процессе фруктов, ягод, овощей, направляемых на консервирование и заморозку. Производители сельскохозяйственных товаров, используя такую форму интеграции, имели ряд преимуществ и выгод: гарантированный сбыт продукции, возможность технической и кредитной поддержки от компаний-партнеров. Перерабатывающие компании также получали собственные выгоды при вертикальной интеграции – это гарантия поставки сельскохозяйственной продукции в необходимом объеме, требуемом качестве и в установленные сроки, что значительно снижало риски предпринимательской деятельности для обеих сторон [1].

Для североевропейских стран – Дании, Швеции, Норвегии, Финляндии и других – преобладающей формой интеграции в аграрной сфере являются кооперативы, позволяющие обеспечить стабильность хозяйственных связей сельхозпроизводителей и иных участников агропромышленного комплекса. Налаживание сельскохозяйственными кооперативами рассматриваемых стран устойчивых взаимоотношений и партнерства в процессе производства, переработки и сбыта сельхозпродукции способствует развитию крупной сети компаний в сфере агропромышленного комплекса и в перспективе положительно отражается на уровне развития сельского хозяйства стран Северной Европы. Свидетельством тому служат реальные цифры, показывающие значимость роли кооперативов в развитии агропромышленного комплекса исследуемых стран: посредством кооперативов реализуется порядка 80–90 % продукции сельского хозяйства; с помощью кооперативов осуществляется поставка около 60 % производственных средств, используемых сельхозпредприятиями. Крупными кооперативными структурами таких стран, как Швеция и Норвегия, реализуется и перерабатывается до 80 % общего объема производимого в этих странах молока и порядка 90 % переработанного мяса скота. Свыше 70 % рынка питьевой продукции Швеции также приходится на долю крупных кооперативных структур [2].

Интеграционные процессы агропромышленного комплекса Франции коснулись преимущественно сельского хозяйства, пищевой промышленности – сферы реализации пищевых продуктов. Опыт Франции по созданию кооперативных структур характеризуется высокой степенью «присутствия» государства в данном процессе, наличием жесткого государственного контроля и надзора за производственно-сбытовыми операциями, осуществляемыми сельхозтоваропроизводителями и их партнерами. В отдельных случаях французское правительство выступало инициатором и координатором формирования крупных интегрированных структур в агропромышленном комплексе страны. Наряду с этим механизм интеграции в сельскохозяйственной отрасли действует и в процессе производства и сбыта пищевой продукции Франции и реализуется посредством крупных компаний – производителей  $\frac{1}{2}$  общего объема сельхозпродукции, активное участие в процессе сбыта отводится супермаркетам страны [3].

Агропромышленный комплекс таких стран, как Германия и Италия, характеризуется наличием кооперативных структур, осуществляющих производство и доставку кормов, химической продукции, используемой сельхозпредприятиями, а также обеспечивающих их техническое оснащение. Используемые предприятиями АПК Германии сельскохозяйственные машины производятся такими известными компаниями, как «Deutz» и «Fendt», в Италии аналогичной деятельностью занимаются такие известные бренды, как «Fiat» и «SAME» [4].

В Германии начиная с первой половины 90-х годов на долю трех крупных компаний приходится порядка 70 % всего объема производимого в стране крахмала. На сегодняшний день более 80 % внутреннего рынка маргарина и более 60 % внутреннего рынка сахара

страны также производится тремя компаниями. Аналогичная ситуация складывается и в Италии, где тремя крупными компаниями осуществляются производство и сбыт порядка 80 % внутреннего пищевого рынка, они же занимаются производством продуктов для детей, круп и молочной продукции (мороженого) в объемах, превышающих деятельность остальных фирм-конкурентов. Еще одним примером является крупная итальянская компания «Nestle», на долю которой приходится свыше 80 % внутреннего рынка растворимого кофе, производимого в стране [5].

В агропромышленном секторе США ключевая роль в интеграционных процессах принадлежит предприятиям пищевой промышленности, в частности 8 компаниям-«гигантам», производящим более 40 % консервированного мяса скота, более 50 % сыроваренной продукции, порядка 30 % молочной продукции (не консервов), более 45 % мукомольной продукции, 97 % крупяной продукции, более 70 % внутреннего рынка соевого масла.

Центральным звеном в интеграционных процессах агропромышленного комплекса США является производство сельскохозяйственных машин и оборудования, так как свыше 60 % собственных средств фермерами и аграриями инвестируется в покупку сельскохозяйственных машин. Огромная роль принадлежит также компаниям – производителям племенного скота, птицы, элитных семян, используемых сельскохозяйственными товаропроизводителями. Вертикальная интеграция в агропромышленном комплексе страны также не представляется возможной без компаний – производителей комбикормов.

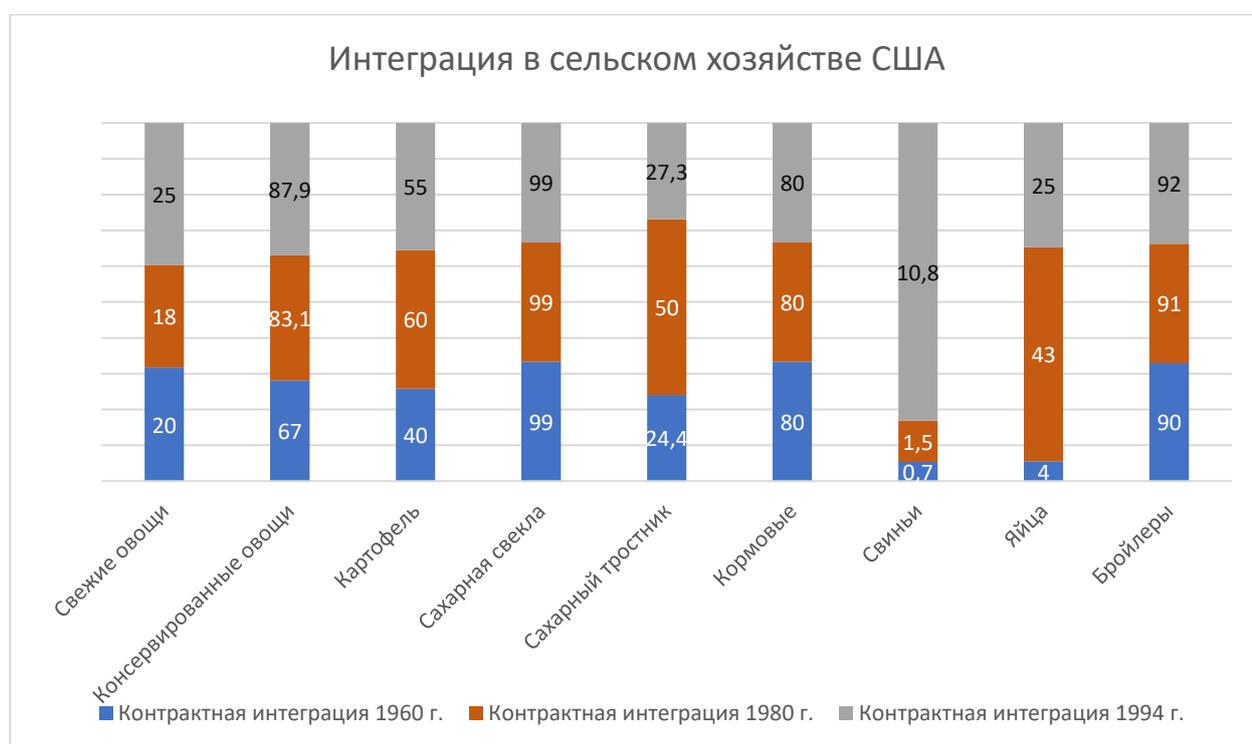
Снабженческо-сбытовой комплекс интеграционных процессов в АПК США осуществляется компаниями-монополистами внутреннего рынка, характеризующимися высокой степенью развития дилерской сети. Рознично-оптовая продовольственная сеть представлена также несколькими крупными компаниями, к числу которых следует отнести «Грэйт Атлантик энд Пасифик ти», представленную в тридцати трех штатах США, имеющую 3,5 тыс. оптово-розничных точек и складов для реализации пищевой продукции, порядка сорока перерабатывающих заводов, большое число закупочных контор [6].

Анализ развития интеграционных процессов в США приводит к выводу о доминировании наиболее крупных компаний в агропромышленном бизнесе. В связи с этим встает вопрос о необходимости государственного регулирования этих процессов и о том, как оно происходит в США. Исходя из анализируемых источников к необходимости государственного регулирования интеграционных процессов в США пришли еще в 1890 году в результате проведенного конгрессом США расследования дела о тайных соглашениях в военно-мясоперерабатывающей промышленности, по результатам которого был принят антитрестовый закон Шермана [7]. Впоследствии в 1914 году был принят закон Клейтона, дополняющий и уточняющий закон Шермана о незаконной ценовой дискриминации и о запрете приобретения акций конкурирующих фирм, способствующих ослаблению конкуренции. В этом же году была создана Федеральная торговая комиссия (ФТК) с полномочиями принятия антитрестовых законов и запретительных мер по устранению нечестной конкуренции. Таким образом, борьба с нечестной конкуренцией и сговорами в США привела к усилению конкуренции, устранению монополии на рынке сахара, запрету военно-промышленным предприятиям вести бизнес в пищевой промышленности и торговле продуктами питания. На основе поправок к закону Клейтона в 1950 году были приняты запреты на слияния в любой форме, которые могли привести к усилению монополии и ослаблению конкуренции [8].

Понимание того, что в экспортной торговле нет необходимости в усилении конкуренции, определило легализацию монополии в этом направлении, в частности, были приняты законы в 1918 году.

Возможность кооперации, появившаяся у фермеров США в 1922 году, позволила продолжить работу по развитию нормативно-законодательной базы сельского хозяйства страны. Разработанный и принятый правительством США в 1937 г. закон о маркетинге сельхозпродукции позволил отрегулировать интеграционные механизмы, возникающие между компаниями АПК страны в процессе производства, переработки и сбыта продукции. В дальнейшем законодательно-нормативная база, регулирующая АПК страны, получила свое развитие путем разработки и принятия во второй половине 60-х годов XX в. закона о справедливой практике в сельскохозяйственной отрасли и закона о маркетинге в сельском хозяйстве, которые предоставили возможность создания сельхозпроизводителями торгово-коммерческих ассоциаций, заключающих сделки через посредников, защищающих их интересы от дискриминации со стороны оптовиков. Практика институционального развития агропромышленных интеграционных процессов в США применялась исключительно с запретительными мерами, что тормозило этот процесс и привело к распространению контрактной формы интеграции, предусматривающей юридическую самостоятельность, но при этом соблюдение своевременного и точного выполнения обязательств на разных этапах производства при регулировании компанией-интегратором [9].

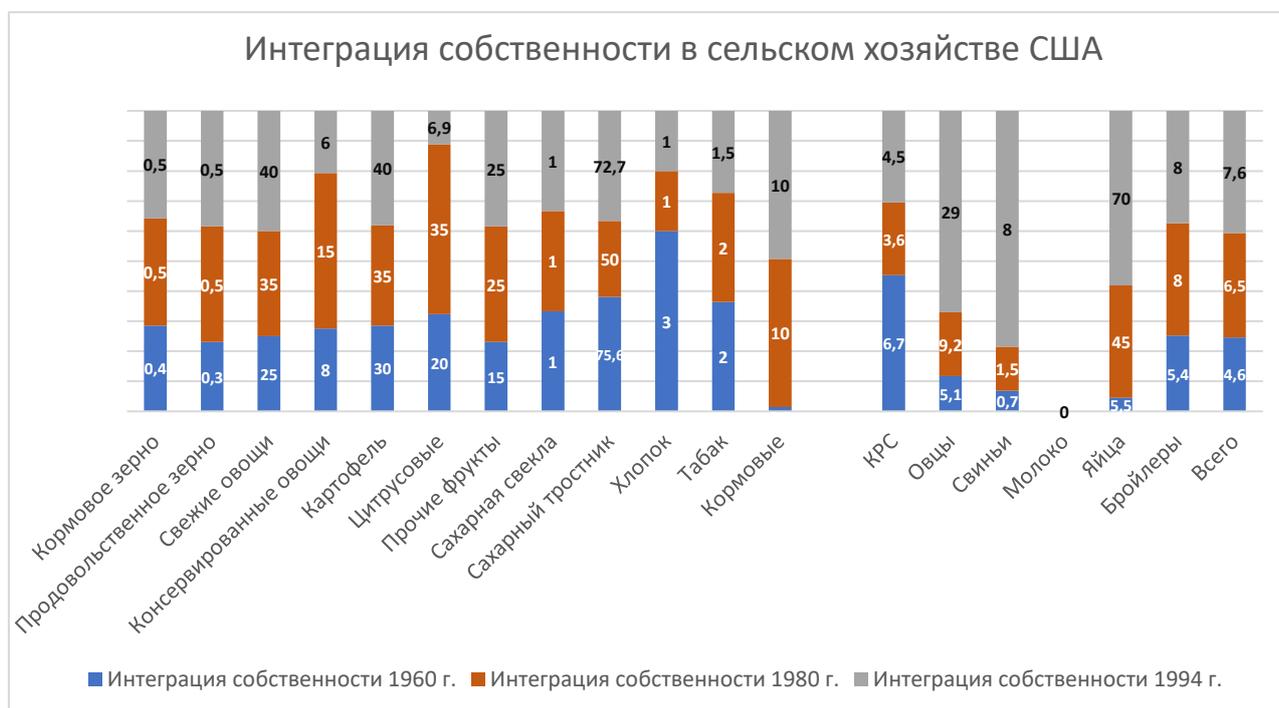
Эта форма сотрудничества с использованием компании-интегратора была очень востребована, потому что она могла влиять как на рынок сбыта, процессы сельскохозяйственного производства (выращивание зерна, скота, селекцию), так и на производителей продукции (селекционные станции, инкубаторы, птицефабрики, перерабатывающие и промышленные предприятия).



**Рис. 1.** Контрактная интеграция в сельском хозяйстве США, % от реализованной продукции  
Источник: составлен авторами по данным [11]

**Fig. 1.** Contract integration in US agriculture, % of products sold  
Source: compiled by the authors based on data from [11]

При контрактной форме интегратор заключает контракт с крупными производителями, фермерами, которые, как правило, являются членами одной семьи. Согласно контракту фирма-интегратор предоставляет фермерам все необходимое для производства: семена, птенцов для выращивания, корма, электроэнергию, воду и т.д. При этом при производстве фермеру необходимо соблюдать жесткие технологические условия контракта, исполнение которых контролирует фирма-интегратор. Фермер, по сути, в своих помещениях с использованием своей техники и оборудования участвует в производственном процессе, не имея своей продукции изначально согласно контракту, т.е., например, бройлеров, выращенных на фермах, забирают и отправляют на переработку в промышленных масштабах. Особенностью данной формы организации является отсутствие юридической самостоятельности у фермеров, они, по сути, становятся работниками по найму, и при нарушении условий контракта он аннулируется с невозможностью последующего возобновления.



**Рис. 2.** Интеграция собственности в сельском хозяйстве США, % от реализованной продукции  
Источник: составлен авторами по данным [11]

**Fig. 2.** Integration of ownership in US agriculture, % of products sold  
Source: compiled by the authors based on data from [11]

Данные рисунков 1 и 2 позволяют оценить соотношение двух форм интеграции и виды производства, где преобладает определенная форма интеграции. Так, контрактная форма чаще применяется в производстве консервированных овощей, выращивании картофеля, сахарной свеклы, кормовых культур, цветных овощей и бройлеров, с сохранением стабильной динамики практически по всем видам производства с 1960-го до 1994 г. По форме интеграции собственности наблюдается положительная динамика по следующим видам производства: выращивание свежих овощей, фруктов, сахарного тростника и яиц. Следует отметить, что в картофелеводстве, садоводстве и свиноводстве одинаково хорошо развиты обе формы интеграции. В других видах производства эти формы интеграции не развиты в полной мере, так как в США существует очень много ограничений и запретов, связанных с ограничением

развития монополистов, при том, что интеграционные процессы дают значительные преимущества крупному и среднему бизнесу [10].

В итоге следует отметить, что середина и конец XX в. в США характеризуются активным развитием в АПК интегрированных структур, контролировавших более 18 % внутреннего рынка сельскохозяйственной продукции. Крупные интегрированные компании выращивали практически весь объем сахарного тростника и сахарной свеклы в стране. Также они доминировали в выращивании картофеля, являлись лидерами в производстве консервированной рыбы, овощей, мяса бройлеров и бобовых.

Исследование исторических процессов развития индустриализации и интеграции в мировых странах позволяет определить, что первоначально они получили толчок в США, Канаде и Англии в первой половине 30-х гг. 20-го столетия. Затем их опытом воспользовались страны Северной Европы, такие как Дания, Швеция, Нидерланды, Германия, Франция, в которых процессы интеграции в агропромышленном секторе начались в 50-х годах прошлого века. Историческое развитие таких стран Азии, как Япония и Северная Корея, позволило запустить интеграционный механизм лишь в начале 60-х годов.

Интеграционный процесс, начавшийся в Японии, имел значительное благоприятное влияние на развитие сельского хозяйства страны, этому способствовали созданные в агропромышленном комплексе кооперативы, обеспечившие вертикальную и глобальную интеграцию компаний-партнеров отрасли. Направлением работы интегрированных структур Японии стала преимущественно снабженческая и сбытовая деятельность [11]:

- снабжение компаний сельского хозяйства производственными средствами;
- снабжение компаний сельского хозяйства средствами для переработки;
- реализация сельхозпродукции через сбытовую сеть;
- предоставление кредитов сельхозпредприятиям;
- социально-бытовое и медицинское обслуживание населения, занятого в сельском хозяйстве.

В Восточной Европе интеграционные процессы характеризовались налаживанием вертикальных и горизонтальных связей между сельхозпредприятиями и компаниями – переработчиками сельхозпродукции. Наибольшую эффективность здесь показали такие интегрированные структуры, как холдинги, использовавшие ранее принадлежавшее государству и обществу коллективное имущество, оперативно решавшие возникающие финансово-экономические вопросы. Ключевая роль в интеграционных процессах стран Восточной Европы исторически отводится компаниям – производителям пищевой продукции [12].

История развития интеграционных процессов в 60-70-х годах в нашей стране представлена межколхозными организационными структурами в виде птицефабрик, птицеферм, пальметтных садов и т.д. Наряду с этими структурами сельскохозяйственные отрасли интегрировались с подсобными промыслами как на внутри-, так и на межхозяйственной основе [13].

Формы интеграции сельскохозяйственного и промышленного производства принято разделять на две группы [14]:

1. Интеграция сельскохозяйственных предприятий с подсобными производствами и промыслами.
2. Агропромышленные формирования (агропромышленные предприятия, тресты, холдинги, комбинаты, концерны и т.д.).

Развитие интеграционных процессов в нашей стране условно можно разделить на два этапа исходя из двух кардинально различающихся типов экономической системы, существовавших

в СССР и в современной России. Первый этап: 30–80-е годы XX в. в период командно-административной системы, функционировавшей по двум формам собственности – государственной и колхозно-кооперативной, второй этап: 90-е годы XX в., распад СССР и переход Российской Федерации к рыночной экономике – уход от монополии государства и формирование многообразия хозяйственных структур.

При этом необходимо отметить, что наиболее важный период развития агропромышленной интеграции приходится на 1970–1985 годы, когда был сформирован агропромышленный комплекс (АПК) с единым централизованным органом управления – Государственным агропромышленным комитетом СССР (Госагропром СССР). Этот период ознаменован качественным скачком в развитии аграрного сектора экономики и промышленности, характеризуемым перераспределением производственных функций между этими секторами, по сути, сельское хозяйство из производителя готовой продукции для потребителя становится поставщиком сырья для промышленности, которая в свою очередь превращается в агропромышленного производителя продовольствия. То есть в этот период возникает новый вид производства – агропромышленный, где сельское хозяйство является стадией производства [15].

В РФ интеграционная структура АПК получила развитие на базе акционерных обществ и частного капитала в процессе развития отрасли переработки пищевой продукции. В до-революционной России были развиты преимущественно масложировая, свеклосахарная и мясоперерабатывающая отрасли промышленного производства. Среди наиболее больших агропромышленных структур того периода можно выделить [12]:

- Акционерное товарищество свеклосахарных и рафинадных заводов, созданное в г. Курске в 1894 году;
- Товарищество колбасных фабрик, созданное в Орловщине в 1905 году;
- Акционерное общество колбасно-консервного производства и торговли, созданное в Москве в начале 20-го столетия.

Исторически сложившейся спецификой развития интеграционных процессов в АПК России того периода стало наличие крепостного права, несмотря на которое многие успешные аграрии продолжали вовлекать собственное производство в интегрированные сети и становились крупными производителями сахарного тростника и других видов сельскохозяйственной продукции, получая определенную выгоду за счет технического и технологического обеспечения, предоставляемого предприятиями-партнерами.

#### ИСТОРИЧЕСКИ СЛОЖИВШАЯСЯ ХРОНОЛОГИЯ ПОЭТАПНОГО РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССА ИНТЕГРАЦИИ В АПК НАШЕЙ СТРАНЫ

- В 20-е годы XX века концепция агроиндустриального комбината предлагалась в качестве альтернативы созданию колхозов как формы горизонтальной концентрации производства. На базе комбинирования сельскохозяйственного производства и промышленной переработки его продукции предполагалось провести техническую реконструкцию сельского хозяйства.
- В конце 20-х годов в зонах сахарных заводов было создано 387 совхозов, объединенных в комбинаты, в функции которых входили производство свеклы и ее переработка.
- В 30-е годы были созданы свеклосахарные, плодоовощеконсервные, картофеле-спиртовые, виноградарско-винодельческие и другие агропромышленные предприятия в форме совхозов-заводов, входящих в состав отраслевых трестов.
- До 50-х годов функционировали две системы управления сельским хозяйством: одна по управлению колхозами, другая – совхозами.

- В 1957 г. система управления была реорганизована по территориальному типу. Создан Совет народного хозяйства по экономическим районам (Совнархоз). Союзно-республиканские и союзные министерства были упразднены или реорганизованы.

- В 1965 г. было восстановлено Министерство сельского хозяйства. В его составе было образовано Управление совхозов, а на местах сохранены тресты специализированных совхозов. Производственные колхозно-совхозные управления преобразованы в районные производственные управления сельского хозяйства. В результате реорганизации сформировалась территориально-отраслевая структура управления сельским хозяйством.

- В 1972 г. для управления совхозами вновь было создано Союзное республиканское министерство совхозов, которое просуществовало до 1975 года.

- 18 августа 1976 г. Советом Министров РСФСР принято важное постановление №457 «О дальнейшем развитии специализации и концентрации сельскохозяйственного производства на базе межхозяйственной кооперации и агропромышленной интеграции».

- В 1982 г. создана система новых органов управления в административных районах – районные агропромышленные объединения (РАПО); в областях, краях, автономных республиках – агропромышленные объединения; в союзных республиках – комиссии Президиума Совета Министров союзной республики по вопросам АПК; на союзном уровне – комиссия Президиума Совета Министров СССР по вопросам АПК. В 1985 г. на базе шести министерств и ведомств созданы единые органы управления АПК: Госагропром СССР, Государственные агропромышленные комитеты союзных и автономных республик, агропромышленные комитеты краев и областей, районные агропромышленные объединения.

- 22 марта 1991 г. принят Закон РСФСР «О конкуренции и ограничении монополистической деятельности на товарных рынках».

- Интеграционные процессы в АПК не прекращались даже в 1992–1993 гг., когда был принят курс на повсеместное внедрение мелкотоварного фермерского производства.

- В 1994–1995 гг. начался новый этап развития интеграции. Основными ее формами стали: совместная деятельность, расширение полномочий сельскохозяйственных товаропроизводителей в управлении перерабатывающих предприятий, организация самостоятельных агропромышленных формирований.

Переход к рыночной экономике сопровождался усилением конкуренции как на внутреннем, так на мировом рынке сельскохозяйственной продукции в связи с импортными поставками. В результате в 1996–1997 годах в России наблюдается тенденция формирования новых неформальных картельных соглашений и увеличение количества финансово-промышленных групп (ФПГ) почти в два раза за период с августа 1996 года (37) по май 1997 года (62)<sup>1</sup>. В агропромышленном комплексе законодательно не предусмотрено формирование ФПГ, поэтому агропромышленные формирования по типу ФПГ принято называть агропромышленными формированиями холдингового типа. В связи с отсутствием четкой законодательно-нормативной базы по крупным агропромышленным формированиям не велся статистический учет количества этих интегрированных структур в целом по стране, при этом учитывалось их активное развитие в отдельных регионах России. Так, очень активно агрохолдинги создавались в Белгородской области после принятия 14 декабря 1999 года постановления главы администрации области «О мерах по экономическому оздоровлению неплатежеспособных сельскохозяйственных предприятий области». В 2001 году насчитывалось более

<sup>1</sup>Согласно Федеральному закону РФ «О финансово-промышленных группах» от 30 ноября 1995 года, в качестве финансово-промышленной группы можно рассматривать совокупность юридических лиц, которые могут быть как основными, так и дочерними обществами, или полностью или частично объединившими свои активы (в рамках системы участия) с помощью договора о создании ФПГ.

60 агрохолдингов, объединяющих десятки сельскохозяйственных, промышленных и обслуживающих предприятий. Дальнейшее развитие агропромышленного комплекса Белгородской области показало, что агрохолдингам принадлежало 75 % производственных ресурсов, приходящихся на все сельскохозяйственные организации, а доля в выпускаемой продукции достигала 85–87 % [16]. Динамика развития этого региона России показывает эффективность интеграционных процессов и агропромышленных формирований, которые повышают эффективность использования пашни и человеческих ресурсов по сравнению с другими организационными формами. Об этом свидетельствует и современное развитие отечественного аграрного сектора. В таблице 1 приведена динамика развития отечественного сельского хозяйства за 2019–2021 годы. Развитие отечественного АПК, по оценкам специалистов, идет по экстенсивному пути, однако за последние годы в период реализации государственных программ поддержки и активизации интеграционных процессов в сельском хозяйстве наблюдаются устойчивые темпы роста (табл. 1).

**Таблица 1.** Динамика развития сельского хозяйства России (2019–2021 гг.)

**Table 1.** Development dynamics of agriculture in Russia (2019–2021)

Показатель	2019	2020	2021
Объем продаж по отрасли, млрд руб.	5801,40	6110,80	7572,3
Доля в валовом внутреннем продукте (ВВП), %	3,4	3,6	4,5
Рентабельность активов, %	4,7	6,1	6,6
Инвестиции в основной капитал АПК, млрд руб.	844,2	855,9	769,3

Источник: составлена авторами по данным Росстат, Минсельхоз

Положительное влияние крупных сельскохозяйственных организаций и агропромышленных формирований на развитие отрасли можно оценить также по данным таблицы 2.

**Таблица 2.** Основные показатели состояния сельскохозяйственной отрасли России (2017–2021 гг.)

**Table 2.** Main indicators of the state of the agricultural industry in Russia (2017–2021)

Показатель	2017	2018	2019	2020	2021
Производство с/х продукции по категориям предприятий, %					
Хозяйства всех категорий, из них:	100	100	100	100	100
с/х организации	55,2	56,5	57,7	58,2	59,1
хозяйства населения	32,4	31	28,6	28,2	25,5
фермерские хозяйства	12,4	12,5	13,7	13,6	15,4
Показатели ресурсной базы с/х предприятий					
Посевная площадь, млн га	54,4	53,6	53,2	52,6	52,7
Поголовье скота, млн голов	33	31,6	32,9	31,5	30,1
Число тракторов в хозяйствах, тыс. шт.	216,8	211,9	206,7	203,6	198,3
Число комбайнов в хозяйствах, тыс. шт.	57,6	56,9	55	53,9	52,6

Источник: составлена авторами по данным Росстат

Необходимость дальнейшей активизации интеграционных процессов и объединения ресурсов хозяйствующих структур для усиления конкурентных позиций на внутреннем и мировом рынках диктует происходящая в настоящее время цифровая трансформация сельского хозяйства. Переход к цифровому сельскому хозяйству в нашей стране происходит очень медленными темпами, и он замедляется в условиях ужесточения санкций и запрета на ввоз зарубежных прогрессивных технологий. При этом необходимо отметить, что в условиях запрета на ввоз импортной сельскохозяйственной и продовольственной продукции у отечественного агропромышленного комплекса появилась возможность развиваться более высокими темпами. Так, по данным «Агроэкспорт», на начало 2022 года всего экспорт агропродовольственной продукции России повысился на 21 % и составил 37 122,5 млн долл., в натуральном выражении – 71 068,3 тыс. тонн. На рис. 3 приведена динамика экспорта агропродовольственной продукции за 2010–2022 гг. По данным рисунка, по сравнению с 2010 годом объем экспорта продукции вырос в 4 раза.



**Рис. 3.** Динамика экспорта продукции АПК России в 2010–2021 гг., млрд долл.

Источник: Агроэкспорт. URL: <https://aemcx.ru>

**Fig. 3.** Dynamics of exports of Russian agricultural products in 2010-2021, billion dollars

Source: Agroexport. URL: <https://aemcx.ru>

Современное развитие аграрного сектора экономики России характеризуется устойчивыми темпами роста крупных отечественных агропромышленных формирований. В таблице 3 представлены 10 крупнейших землевладельцев России в 2022 году.

**Таблица 3.** Рейтинг 10 крупнейших землевладельцев России

**Table 3.** Rating of the 10 largest landowners in Russia

Компания АПК	Площадь земельного фонда, га	Стоимость, млрд руб.
«Агрокомплекс» им. Н. И. Ткачева	660000	152,1
«Продимекс»	900000	94,3
«Мираторг»	1047000	77,1
«Степь»	577878	73,9
Концерн «Покровский»	242000	67,8
«Русагро»	600000	59,8
«Авангард-Агро»	448200	46,8
«ЭкоНива»	630200	44,3
Волго Дон Агроинвест	446920	42,0
ГАП «Ресурс»	340000	40,8

Источник: <https://www.forbes.ru>

По показателю «совокупная выручка» в рейтинге трех самых крупных компаний АПК России три последних года лидируют: ГК «Содружество», переработавшая более 3,7 млн тонн сырья и выручка которой превысила 300 млрд руб.; компания «Русагро», увеличившая выручку на 40 % по сравнению с предыдущим периодом до 229,9 млрд руб.; ГК «Эфко», выручка которой превысила 223 млрд руб., что на 56 % больше предыдущего года. Агрохолдинг «Мираторг» с 2020 года занимает 4-ю строчку в рейтинге с совокупной выручкой 189,2 млрд руб., опередив ГК «Черкизово», которая расположилась на 5-й строчке рейтинга с выручкой 158 млрд руб.

Крупнейшая группа компаний «Содружество» является международным агрохолдингом с активами в России, Беларуси, Бразилии и Парагвае. Компания «Русагро», созданная в 1994 году – ведущий вертикально интегрированный агрохолдинг России, управляющий растениеводческим, масложировым, мясным и сахарным бизнесом. География размещения активов компании включает 12 субъектов Российской Федерации. Продукция реализуется в 62 странах под 23 розничными брендами (табл. 4).

**Таблица 4.** Рейтинг 15 крупнейших компаний АПК России

**Table 4.** Rating of the 15 largest companies in the Russian agro-industrial complex

Место	Компания АПК	Сфера деятельности	Выручка (млрд руб.)		
			2019	2020	2021
1	ГК «Содружество»	Переработка маслосодержащих культур	202,1	287,0	311,4
2	«Русагро»	Производство сахара, свинины, масложировой продукции, выращивание сельскохозяйственных культур	138,2	158,9	229,93
3	ГК «Эфко»	Производство растительных рафинированных масел и жиров	122,0	145,0	223,2
4	ГК «Черкизово»	Разведение свиней и сельскохозяйственной птицы, переработка, производство мясной продукции и комбикормов	120,11	128,8	158,0
5	«Мираторг»	Животноводство и растениеводство, переработка	119,1	139,2	189,2
6	«Данон Россия»	Переработка молока	109,5	110,7	85,10
7	«Каргилл»	Производство пищевых масел и жиров, солода, продукции из мяса скота и птицы	81,2	97,4	117,84
8	«Агро-Белогорье»	Свиноводство, молочное животноводство, производство кормов	78,6	68,4	57,6
9	«Астон»	Переработка зерновых и масличных культур	66,8	115,7	108,32
10	«Продимекс»	Производство сахара	63,4	48,5	93,6
11	Великолукский агропромышленный холдинг	Животноводство и растениеводство, переработка, производство кормов	62,0	61,6	н/д
12	ГАП «Ресурс»	Птицеводство, растениеводство, производство растительных масел	61,23	81,7	125,7
13	«Юг Руси»	Переработка зерновых и масличных культур, производство растительных масел, масложировой продукции, хлебобулочных изделий, консервов	60,2	60,5	78,8
14	ГК «АгроПромкомплектация»	Растениеводство, кормопроизводство, животноводство, переработка	58,95	99,2	133,5
15	Агрокомплекс им. Н. И. Ткачева	Растениеводство, животноводство, птицеводство, производство молочной продукции, сахара, кормов, мясных, крупяных и хлебобулочных изделий	53,19	57,2	71,8

Источник: Росстат. URL: <https://rosstat.gov.ru>

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение достаточно большого количества источников научной литературы и статистической информации, собственных наблюдений, практический опыт и непосредственное участие в создании различных интегрированных структур позволяют сделать следующие выводы:

- агропромышленная интеграция, то есть организация структур, включающих в себя все стадии воспроизводственного процесса от поля до потребителя, получила довольно широкое распространение не только в странах с развитой рыночной экономикой, но даже в СССР в условиях командно-административной системы: так, еще 28 мая 1976 года было принято «Постановление ЦК КПСС «О дальнейшем развитии специализации и концентрации сельскохозяйственного производства на базе сельскохозяйственной кооперации и агропромышленной интеграции»;

- мировой опыт дает все основания говорить о высокой эффективности агропромышленной интеграции практически во всех ее формах;

- исследование отечественного опыта выявило, что в агропромышленном комплексе нашей страны успешно сочетаются различные формы и типы агропромышленных формирований, которые в большинстве случаев показали свою жизнеспособность, высокую эффективность и дееспособность.

Все это позволяет обоснованно утверждать об эффективности агропромышленной интеграции как формы хозяйствования, а также о ее ключевой роли в условиях перехода к цифровому сельскому хозяйству.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буздалов И. Н. Сельскохозяйственная кооперация: теория, мировой опыт, проблемы возрождения в России. М.: Наука, 1997. 256 с.
2. Буздалов И. Н. Аграрная теория: концептуальные основы и современные представления // Аграрная наука. 2003. № 4. С. 4–7. EDN: PMDLGH
3. Ананьев М. А., Воробьев Е. Г. Совершенствование взаимоотношений сельхозтоваропроизводителей с перерабатывающими предприятиями // Аграрная наука, 2008. № 7. С. 7–9. EDN: JVKZEV
4. Кормаков Л. Ф., Кумехов К. К., Мазлоев В. З. Организационные формы и механизмы агропромышленной интеграции. Проблемы и решения. М.: Издательство Министерства сельского хозяйства РФ, 2004. 260 с.
5. Буздалов И. Н. Агропродовольственная политика России в условиях глобализации // Международный сельскохозяйственный журнал. 2003. № 6. С. 3–7.
6. Серова Е. В. Аграрная экономика: учебник. М.: ГУ ВШЭ, 1999.
7. Папцов А. П. Современные направления развития сельскохозяйственной кооперации в экономически развитых странах // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, 2010. № 3. С. 79. EDN: LEXSUX
8. Папцов А. Г. Размещение, специализация и структуры ферм в сельском хозяйстве США // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2011. № 9. С. 77–80. EDN: OFVQTI
9. Дерябина Г. Е. Особенности интеграционных процессов в условиях экономического доминирования США в Западной полушарии. Дисс. ... канд. экон. наук. 2004. 185 с.
10. Масленников В. Аграрный сектор в развитых зарубежных странах // Диалог. 2006. № 3. С. 37.
11. Заикина В. Сельское хозяйство США (электронный ресурс). URL: <https://irsepi.ru/selskoe-hozyajstvo-ssha/>

12. *Мазлоев В. З., Аджиева А. Ю., Неврев А. В., Тлатова Л. Х.* Государственное регулирование формирования рыночных отношений в региональном аграрно-промышленном комплексе: монография. М.: РУДН, 2000. 219 с.
13. *Арашуков В.* Кооперативный сектор агропроизводства России // Экономика сельского хозяйства России. 2005. № 7. С. 16. EDN: VKTVQR
14. *Буздалов И.* Проблемы и перспективы развития сельскохозяйственной кооперации в России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2003. № 2. С. 3–11. EDN: TSBKYH
15. *Чаянов А. В.* Избранные труды. М.: Колос, 1992. 590 с.
16. *Ермаков М. С.* Моделирование учетных принципов для агрохолдингов // Бухгалтерский учет. 2009. № 4. С. 74–76. EDN: ТКOEAR

## REFERENCES

1. Buzdalov I.N. *Sel'skokhozyaystvennaya kooperatsiya: teoriya, mirovoy opyt, problemy vrozhdeniya v Rossii* [Agricultural cooperation: theory, world experience, problems of revival in Russia]. Moscow: Nauka, 1997. 256 p. (In Russian)
2. Buzdalov I.N. Agrarian theory: conceptual foundations and modern ideas. *Agrarnaya nauka* [Agrarian Science]. 2003. No. 4. Pp. 4–7. EDN: PMDLGH. (In Russian)
3. Ananyev M.A., Vorobyov E.G. Improving the relationship of agricultural producers with processing enterprises. *Agrarnaya nauka* [Agrarian Science]. 2008. No. 7. Pp. 7–9. EDN: JVKZEV. (In Russian)
4. Kormakov L.F., Kumekhov K.K., Mazloev V.Z. *Organizatsionnyye formy i mekhanizmy agropromyshlennoy integratsii. Problemy i resheniya* [Organizational forms and mechanisms of agro-industrial integration. Problems and solutions]. Moscow: Izdatel'stvo Ministerstva sel'skogo khozyaystva RF, 2004. 260 p. (In Russian)
5. Buzdalov I.N. Agro-food policy of Russia in the context of globalization. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal*. 2003. No. 6. Pp. 3–7. (In Russian)
6. Serova E.V. *Agrarnaya ekonomika* [Agrarian Economics]: uchebnik. Moscow: Vysshaya shkola ekonomiki, 1999. (In Russian)
7. Paptsov A.P. Modern trends in the development of agricultural cooperation in economically developed countries. *Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy* [Economics of agricultural and processing enterprises]. 2010. No. 3. Pp. 79. EDN: LEXSUX. (In Russian)
8. Paptsov A.G. Placement, specialization and structures of farms in agriculture in the USA. *Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy* [The economics of agricultural and processing enterprises]. 2011. No. 9. Pp. 77–80. EDN: OFVQTJ. (In Russian)
9. Deryabina G.E. *Osobennosti integratsionnykh protsessov v usloviyakh ekonomicheskogo dominirovaniya SSHA v Zapadnom polusharii* [Features of integration processes in the conditions of economic dominance of the United States in the Western hemisphere]. Diss. ... candidate of Economic Sciences. 2004. 185 p. (In Russian)
10. Maslennikov V. *Agrarnyy sektor v razvitykh zarubezhnykh stranakh* [The agricultural sector in developed foreign countries]. *Dialog*. 2006. No. 3. p. 37. (In Russian)
11. Zaikina V. Agriculture of the USA. URL: <https://irsepi.ru/selskoe-hozyajstvo-ssha/>. (In Russian)
12. Mazloev V.Z., Adzhieva A.Yu., Nevrev A.V., Tlatova L.H. *Gosudarstvennoye regulirovaniye formirovaniya rynochnykh otnosheniy v regional'nom agrarno-promyshlennom komplekse* [State regulation of the formation of market relations in the regional agricultural and industrial complex]. Moscow: RUDN, 2000. 219 с. (In Russian)

13. Arashukov V. Cooperative sector of agricultural production in Russia. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii* [The economy of rural households in Russia]. 2005. No. 7. P. 16. EDN: VKTVQR. (In Russian)
14. Buzdalov I. Problems and prospects of development of agricultural cooperation in Russia. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal*. 2003. No. 2. Pp. 3–11. EDN: TSBKYH. (In Russian)
15. Chayanov A.V. *Izbrannyye trudy* [Selected works]. Moscow: Kolos, 1992. 590 p. (In Russian)
16. Ermakov M.S. *Modelirovaniye uchetnykh printsipov dlya agrokholdingov* [Modeling accounting principles for agricultural holdings]. *Bukhgalterskiy uchet*. 2009. No. 4. Pp. 74–76. EDN: TKOEAR. (In Russian)

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Funding.** The study was performed without external funding.

### Информация об авторах

**Мазлоев Виталий Зелимханович**, д-р экон. наук, проф., ВНИОПТУСХ – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства»;

111622, Россия, Москва, ул. Оренбургская, 15;

mazloevv@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6526-4483>, SPIN-код: 2605-0702

**Бидеева Екатерина Валериевна**, преподаватель, аграрный колледж Горского государственного аграрного университета;

362040, Россия, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37

### Information about the authors

**Vitaly Z. Mazloev**, Doctor of Economic Sciences, Professor, VNIOPUSKH – branch of the Federal State Budgetary Educational Institution FNC VNIIESKH;

111622, Russia, Moscow, 15 Orenburgskaya street;

mazloevv@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6526-4483>, SPIN-code: 2605-0702

**Ekaterina V. Bideeva**, Teacher, Agricultural College of Mountain State Agrarian University;

362040, Russia, Vladikavkaz, 37 Kirov street

УДК 93/94(470.64)

DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-127-134

EDN: VIXJUH

Научная статья

**Отчеты начальника Терской области как источники  
по изучению вопросов обеспечения населения  
Нальчикского округа продовольствием в 1889–1905 гг.**

**Е. А. Анищенко**

Научно-образовательный центр  
Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук  
360010, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2

**Аннотация.** В статье рассмотрены всеподданейшие отчеты начальника Терской области в качестве исторических источников по изучению различных аспектов социально-экономической жизни как области, так и входящего в ее состав Нальчикского округа. Проанализированы ежегодные отчеты начальника области с 1889-го по 1905 г. – периода, когда Малая Кабарда не входила в состав Нальчикского округа. Подробно изучены структура и содержание отчетов, а также их динамика. Сделан вывод, что представленная в отчетах начальника области информация позволяет предметно изучить вопросы организации системы обеспечения продовольствием жителей Нальчикского округа.

**Ключевые слова:** отчет начальника области, Нальчикский округ, Терская область, обеспечение продовольствием

Поступила 12.05.2024, одобрена после рецензирования 27.05.2024, принята к публикации 30.05.2024

**Для цитирования.** Анищенко Е. А. Отчеты начальника Терской области как источники по изучению вопросов обеспечения населения Нальчикского округа продовольствием в 1889–1905 гг. // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 3. С. 127–134. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-127-134

Original article

**Reports of the head of the Terek region as sources  
for studying issues of providing the population  
of the Nalchik district with food in 1889-1905**

**E.A. Anishchenko**

Scientific and Educational Center  
Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences  
360010, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street

**Abstract.** The article examines the most comprehensive reports of the head of the Terek region as historical sources for the study of various aspects of the socio-economic life of both the region and the Nalchik district that is part of it. The annual reports of the head of the region from 1889 to 1905 were analyzed, namely the period when Small Kabarda was not part of the Nalchik district. The structure and content of reports, as well as their dynamics, have been studied in detail. It is concluded that the information presented in the reports of the head of the region allows not only to substantively study the issues of organizing a food supply system for residents of the Nalchik district.

**Keywords:** report of the head of the region, Nalchik district, Terek region, food supply

Submitted 12.05.2024, approved after reviewing 27.05.2024, accepted for publication 30.05.2024

**For citation.** Anishchenko E.A. Reports of the head of the Terek region as sources for studying issues of providing the population of the Nalchik district with food in 1889-1905. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. Vol. 26. No. 3. Pp. 127–134. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-127-134

## ВВЕДЕНИЕ

Всепопданнейшие отчеты начальника Терской области и наказного атамана Терского казачьего войска о состоянии области и войска являлись качественно обобщенным годовым статистическим и аналитическим материалом о состоянии дел на подотчетной территории. Они составлялись в соответствии с утвержденным формуляром и представляли собой отчеты о деятельности областного начальства, направлявшиеся на рассмотрение императора, на что указывало слово «Всепопданнейший» в названии документа. Главной их целью являлось освещение социально-экономической и политико-административной сфер жизни населения области. В связи с этим отчеты начальника области необходимо рассматривать в качестве группы исторических источников, не только позволяющих проследить иерархию взаимоотношений между всеми уровнями власти в Российской империи, но и дающих возможность качественного изучения системы организации обеспечения продовольствием населения области в целом и Нальчикского округа в частности.

Отчеты начальников отдельных областей и губерний России в качестве исторических источников всегда привлекали внимание исследователей, т.к. содержали обобщенную информацию по разным направлениям жизнедеятельности населения подведомственной территории за отчетный период. Попытки определения их информативной отдачи для исследования разных направлений социально-политической и экономической истории народов империи были предприняты в работах Б. Г. Литвака [1], А. С. Минакова [2], А. С. Бражниковой [3], И. А. Блинова [4], А. Х. Абазова [5–6], Н. П. Дятловой [7], Т. А. Кискидосовой [8]. Освещению вопросов сельского хозяйства в европейской части России посвящена работа дореволюционного российского агронома А. Ф. Фортунатова, который на основании отчетов губернаторов проанализировал методику вычисления урожая ржи в XIX в. [9]. Вопросы публикации материалов по истории урожаев и цен были освещены в работе В. К. Яцунского [10]. Отчеты губернаторов как источник информации об истории продовольственного дела были рассмотрены в работе А. С. Рогожиной [11]. Однако вопросы организации системы обеспечения продовольствием населения Нальчикского округа в 1889–1905 гг. на основе отчетов начальника Терской области до сих пор специальному изучению не подвергались.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Отчет начальника Терской области состоял из нескольких разделов, представлявших собой утвержденную Министерством внутренних дел форму описания военной, административной и хозяйственной жизни территории. В 1889 г. содержание отчета включало в себя такие разделы, как общее обозрение, военный состав и служебная деятельность Терского казачьего войска, народонаселение, религия, земля, подати, повинности и капиталы, народное образование, нравственность, народное здравие, состояние частного хозяйства, изменения и улучшения [12].

Общее обозрение включало в себя географический обзор с оценкой климатических условий и флоры, а также сведения об административном устройстве области. Раздел сведений о деятельности Терского казачьего войска содержал информацию о штатном, списочном и наличном составех, воинской повинности, лагерных сборах и строевых занятиях, об инспекторских смотрах, укомплектовании строевых частей нижними чинами и офицерами, о состоянии войскового склада оружия и войсковых оружейных мастерских, о полковых судах и движении дел. Оценка народонаселения предполагала сведения о населении области, в том числе о количественном составе проживающих народов, данные о приросте и убыли

населения, а также отдельный пункт о состоянии казачьего населения. Сведения о религиозном составе включали не только статистику по религиозному составу, но и анализ причин его изменения, а также обзор деятельности православной епархии Терской области, подробную статистику раскольнического движения и учет религиозной недвижимости.

Следующий раздел был посвящен земле, ее количественному распределению между отделами и округами области, статистике межевания на гражданских и казачьих территориях, аренде земли, оценке пригодности территории для земледелия и скотоводства. Освещались вопросы поземельной собственности. Также в этом разделе давалась оценка лесным ресурсам и их использованию казацким населением. Освещалась добыча нефти, соли и камня. Особое внимание уделялось вопросам земельного налогообложения. Отдельно прилагались табличные сведения о количестве эксплуатировавшихся войсковых земель.

Раздел, посвященный податям, повинностям и капиталам, включал финансовую информацию по окладным и неокладным сборам, распределению недоимок, по денежным земским и общественным сборам, натуральным земским повинностям, в том числе по войсковым капиталам, приходам и расходам, по станичным, сельским и городским капиталам.

Сведения о народном образовании отображали преимущественно финансовую сторону вопроса: с одной стороны, подробно описывались источники финансирования, с другой – статьи расхода. Раздел «Нравственность» содержал данные о количестве и роде преступлений, совершенных в области за отчетный год. Отчет о народном здравии включал сведения о количестве больниц и госпиталей, характере имевшихся за отчетный год заболеваний и о прививках.

Самым объемным в отчете начальника области являлся раздел, посвященный состоянию частного хозяйства, который включал следующие разделы: хлебопашество, скотоводство, луговое хозяйство, садоводство и огородничество, виноградарство и виноделие, рыболовство, пчеловодство, фабричная и заводская промышленность, торговля.

Отчет завершался списком изменений и улучшений, произведенных за год, а также блоком развернутых ведомостей, в которых были приведены подробные статистические данные в соответствии с формулярами.

Таким образом, в содержании Всеподданнейшего отчета можно условно выделить два больших блока – сведения о народонаселении и сведения о хозяйстве области. При этом отчеты содержали не только сухие цифры, но и оценочный компонент, который включал (часто с наличием субъективной оценки) описание уже случившихся событий или имеющих фактов, а также блок предложений о необходимых с точки зрения областного начальства изменениях или нововведениях.

Примечательно, что структура всеподданнейших отчетов претерпевала изменения: со временем они становились более подробными, дополнялись новыми блоками данных, таблицами и разделами. Так, в отчете 1890 г. в хозяйственной части появился раздел, посвященный горному промыслу [13, с. 73], а в отчете по скотоводству появился подпункт «Кочеводство отдельно взятое» [13, с. 68], который в 1897 г. стал самостоятельным разделом [14, с. 108]. В отчете за 1895 г. были представлены сведения о пожарах [15, с. 87], которые с 1898 г. дополнялись сведениями о страховании имущества [16, с. 89].

Полнота сведений, представленных в отчетах начальника области, позволяет качественно проанализировать структуру и динамику системы организации обеспечения продовольствием населения Нальчикского округа.

В округе в 1889 г. проживало 81 885 чел. [12, вед. № 3]. Хлебопашество традиционно занимало первое место в хозяйстве как населения области, так и округа. Однако с учетом неурожая предыдущего, 1888 г., здесь наблюдалась нехватка продовольствия. Эту нехватку, по утверждению начальника области, смог возместить большой урожай картофеля, который считался менее питательным, чем зерновые, но тем не менее стал значительным подспорьем в питании [12, с. 47–48]. В округе также имелся один хлебный магазин в колонии Алексан-

дровской, в котором приходилось в среднем 303 четв. хлеба на одного жителя [12, с. 49]. Обращает на себя внимание тот факт, что в отличие от остальных злаковых культур просо в отчетности объединено с другими, менее популярными позициями.

Второе по размерам и значению место в сельском хозяйстве Терской области после хлебопашества принадлежало скотоводству [12, с. 49]. В Нальчикском округе в 1889 г. насчитывалось 781 029 голов скота: это в 2 раза больше, чем во Владикавказском или Сунженском округе, в 3 раза больше, чем в Кизлярском, более чем на 100 тыс. голов больше, чем в Пятигорском отделе, и на 250 тыс. голов больше, чем в Грозненском округе. Численный перевес Нальчикскому округу дает довольно развитое там овцеводство, а также довольно значительное количество рогатого скота. Оба этих вида скотоводства составляют главное богатство и занятие местных жителей [12, с. 51].

Примечательно, что в таких разделах Всеподданнейшего отчета за 1889 г., как луговое хозяйство, садоводство и огородничество, виноградарство и виноделие, рыболовство, пчеловодство, Нальчикский округ никак не фигурирует [12].

В 1891 г. изменилась норма расчета продовольствия на душу населения Терской области, что затронуло и Нальчикский округ. Исходя из того, что местное население потребляло хлеб в самом умеренном количестве, он не являлся единственным продуктом питания и в значительной мере дополнялся мясной, рыбной и прочей пищей, было решено, что 15 пудов хлеба, даже при неэкономном расходовании, вполне достаточно для годового довольствия местного населения. В качестве еще одной причины снижения нормы в отчете было обозначено, что хлеба в Терской области тяжеловеснее, чем в средней России [17, с. 100].

В 1894 г. в отчете также появилось упоминание о зарождении в Нальчикском округе виноделия. Однако в отчете отсутствуют сведения о количестве проданного вина и сула, средней цене за ведро и об общей сумме продажи. Обращает на себя внимание, что отсутствуют эти показатели только в отчете по Нальчикскому округу [18, с. 80].

В отчете следующего, 1895 г., впервые среди доходных статей местного бюджета появляется сбор за разрешение питейной торговли и промыслов, составивший в отчетном году 7 973 руб. [15, с. 45–46]. Впервые фиксируется рост количества урожая при распределении на душу населения [15, с. 92]. Зафиксирован также рост объемов пчеловодства и виноградарства. Примечательно, что в Нальчикском округе постепенно рос интерес к виноделию, начальник области связывал это с произведенными в предшествующие годы опытами с культурой винограда, появлением новых виноградных садов и ростом количества садовладельцев [15, с. 98–99]. При этом количество выращенных и проданных фруктов и ягод уменьшилось по сравнению с предыдущим годом.

Структура отчета 1898 г. претерпела некоторые изменения: земля была распределена по категориям на гражданскую и войсковую [16]. Гражданская в свою очередь была поделена на территорию городских обществ, сельских, казенных и частных. В отчете о нравственности впервые выделяется пункт о наличии осужденных за нарушение постановлений о питейном сборе, об акцизах с табака, о казенных лесах и кредите. Часть отчета, посвященная скотоводству, стала более дифференцированной: вместо учета мелкого скота стали вести отдельный учет коз, овец местных пород (грубошерстных) и тонкорунных. Что касается количества, то Нальчикский округ занимал второе место в округе по количеству крупного рогатого скота [16, вед. № 9]. Примечательно, что в продажу поступало только порядка 5 % от общего количества как крупного, так и мелкого скота.

Всеподданнейший отчет 1899 г. стал наиболее подробным за истекшее десятилетие. Он отличался не только наличием новых данных, но и более подробным изложением аналитической части. Так, начальник области не только осветил основные направления хозяйственной деятельности округа, но и внес аргументированное предложение по совершенствованию системы налогообложения и организации обеспечения продовольствием населения. Суть этих предложений заключалась в увеличении налоговой нагрузки на торговлю и про-

мысли, в первую очередь питейный сбор, от которого освобождались лишь торговцы предметами первой необходимости (мясо и печеный хлеб), с тем, чтобы стимулировать развитие этого рода торговли в станицах [19, с. 45–46].

Еще одним новшеством отчета 1899 г. был учет побитого градом и съеденного саранчой урожая, однако по Нальчикскому округу эти сведения представлены не были. Обращает на себя внимание факт роста количества посеянных и собранных технических культур – существенно выросли урожаи льна, подсолнуха и горчицы. Что касается скотоводства, то в указанном году количество голов крупного и мелкого рогатого скота несколько сократилось, доля проданного скота увеличилась: крупного рогатого – на 5,5 %, а мелкого – 6 % [19, вед. № 10].

В 1902 г. поменялось название отчета на «Отчет Начальника Терской области и Наказного Атамана Терского казачьего войска за 1902 год». В нем преобразован раздел, посвященный огородничеству, – теперь в нем освещались вопросы не только огородничества, но и бахчеводства [20, с. 83]. Меняется и структура статистических таблиц: количество посеянных и собранных картофеля, гороха и других овощей измерялось в четвертях и в десятинах земли, ими занятой, а для бахчей учитывалось только количество засеянных ими десятин земли и количество собранных возов с десятины.

Структура отчетов с 1903-го по 1905 г. не претерпела изменений. Однако обращает на себя внимание то, что, описывая состояние пчеловодства и скотоводства, начальник области делает акцент на преимущественном развитии этих сельскохозяйственных направлений в Кабарде [21–23]. Это в том числе позволяет отследить улучшение качества составления областной отчетности в конце XIX – нач. XX в. через повышение эффективности сбора первичных данных и уделение большего внимания вопросам и нуждам конкретных территорий, входящих в состав области, и реализуемым на них сферам хозяйствования.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, изучение ежегодных всеподданнейших отчетов начальника Терской области 1889–1905 гг. позволяет не только предметно изучить вопросы организации системы обеспечения продовольствием жителей Нальчикского округа в динамике, но и сравнить ход аналогичных процессов в других областных отделах и округах. Это в совокупности с анализом первичной делопроизводственной документации, которая представлена рапортами начальников участков и отчетами начальника Нальчикского округа, в свою очередь позволяет изучить, как была организована система общественного питания жителей Нальчикского округа в то время.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Литвак Б. Г. Очерки источниковедения массовой документации XIX – начала XX в. М.: Наука, 1979. 294 с.
2. Минаков А. С. Всеподданнейшие отчеты губернаторов как источник по изучению взаимоотношений центральной и местной власти в России второй половины XIX – начала XX веков // Отечественная история. 2005. № 3. С. 170–175.
3. Бражникова А. С. Губернаторский отчет: изучение источника в отечественной историографии // Вестник Челябинского государственного университета. 2013. № 12(303). С. 83–89.
4. Блинов И. А. Губернаторы: историко-юридический очерк. СПб.: Типо-литография К. Л. Пентковского, 1905. 366 с.
5. Абазов А. Х. Губернаторские отчеты как источник по изучению политико-правовых и социально-экономических аспектов инкорпорации Южного Кавказа в состав Российской империи в середине 40-х – первой половине 60-х гг. XIX в. // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2020. № 6 (98). С. 210–216. DOI: 10.35330/1991-6639-2020-6-98-210-216
6. Абазов А. Х. Отчеты губернаторов Закавказского края как источники по изучению специфики регионального управления (40-е–50-е гг. XIX в.) // Новое прошлое. 2021. № 1. С. 22–33. DOI: 10.18522/2500-3224-2021-1-22-33

7. Дятлова Н. П. Отчеты губернаторов как исторический источник // Проблемы архивоведения и источниковедения. Л.: Наука, 1964. С. 22–246.
8. Кискидосова Т. А. Губернаторские годовые отчеты как источник по изучению городского населения Восточной Сибири в 1850–1880-е гг. // Вестник Томского государственного университета. 2016. № 412. С. 50–53. DOI: 10.17223/15617793/412/8
9. Фортунатов А. Ф. Урожай ржи в Европейской России. М.: Типография М. Г. Волчанинова, 1893. 254 с.
10. Яцунский В. К. Социально-экономическая история России XVIII–XIX вв. Избранные труды. М.: Наука, 1973. 302 с.
11. Рогожина А. С. Губернская делопроизводственная документация как источник по истории продовольственного дела в имперской России // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2015. № 5(68). С. 62–67.
12. Всеподданнейший отчет Начальника Терской области и Наказного Атамана Терского казачьего войска о состоянии области и войска за 1889 год. Владикавказ: Типография Областного Правления Терской области, 1891. 71 с.
13. Всеподданнейший отчет Начальника Терской области и Наказного Атамана Терского казачьего войска о состоянии области и войска за 1890 год. Владикавказ: Типография Областного Правления Терской области, 1891. 90 с.
14. Всеподданнейший отчет Начальника Терской области и Наказного Атамана Терского казачьего войска о состоянии области и войска за 1897 год. Владикавказ: Типография Областного Правления, 1898. 120 с.
15. Всеподданнейший отчет Начальника Терской области и Наказного Атамана Терского казачьего войска о состоянии области и войска за 1895 год. Владикавказ: Типография Областного Правления Терской области, 1896. 127 с.
16. Всеподданнейший отчет Начальника Терской области и Наказного Атамана Терского казачьего войска о состоянии области и войска за 1898 год. Владикавказ: Типография Областного Правления, 1899. 118 с.
17. Всеподданнейший отчет Начальника Терской области и Наказного Атамана Терского казачьего войска о состоянии области и войска за 1891 год. Владикавказ: Типография Областного Правления Терской области, 1892. 132 с.
18. Всеподданнейший отчет Начальника Терской области и Наказного Атамана Терского казачьего войска о состоянии области и войска за 1894 год. Владикавказ: Типография Областного Правления Терской области, 1895. 105 с.
19. Всеподданнейший отчет Начальника Терской области и Наказного Атамана Терского казачьего войска о состоянии области и войска за 1899 год. Владикавказ: Типография Областного Правления Терской области, 1900. 106 с.
20. Отчет Начальника Терской области и Наказного Атамана Терского казачьего войска за 1902 год. Владикавказ: Типография Областного Правления Терской области, 1903. 115 с.
21. Отчет Начальника Терской области и Наказного Атамана Терского казачьего войска за 1903 год. Владикавказ: Типография Областного Правления Терской области, 1904. 112 с.
22. Отчет Начальника Терской области и Наказного Атамана Терского казачьего войска за 1904 год. Владикавказ: Типография Областного Правления Терской области, 1905. 114 с.
23. Отчет Начальника Терской области и Наказного Атамана Терского казачьего войска за 1905 год. Владикавказ: Типография Областного Правления Терской области, 1906. 110 с.

## REFERENCES

1. Litvak V.G. *Ocherki istochnikov rasprostraneniya dokumentatsii XIX – nachala XX v.* [Essays on sources of dissemination of documentation from the 19th – early 20th centuries]. Moscow: Nauka, 1979. 294 p. (In Russian)

2. Minakov A.S. The most loyal reports of governors as a source for studying the relationship between central and local authorities in Russia in the second half of the 19th – early 20th centuries. *Otechestvennaya istoriya* [National history]. 2005. No. 3. Pp. 170–175. (In Russian)
3. Brazhnikova A.S. Governor's report: study of a source in domestic historiography. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Chelyabinsk State University]. 2013. No. 12(303). Pp. 83–89. (In Russian)
4. Blinov I.A. *Gubernatory: istoriko-yuridicheskiy ocherk* [Governors: historical and legal essay]. SPb.: Tipo-litografiya K.L. Pentkovskogo, 1905. 366 p. (In Russian)
5. Abazov A.Kh. Governor's reports as a source for studying the political, legal and socio-economic aspects of the incorporation of the South Caucasus into the Russian Empire in the mid-40s to the first half of the 60s. XIX century. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2020. No. 6. Pp. 210–216. DOI: 10.35330/1991-6639-2020-6-98-210-216. (In Russian)
6. Abazov A.Kh. Reports of the governors of the Transcaucasian region as sources for studying the specifics of regional governance (40s–50s of the 19th century). *The New Past*. 2021. No. 1. Pp. 22–33. DOI: 10.18522/2500-3224-2021-1-22-33. (In Russian)
7. Dyatlova N.P. *Otchety gubernatorov kak istoricheskiy istochnik* [Reports of governors as a historical source]. *Problemy arkhivovedeniya i istochnikovedeniya* [Problems of archival and source studies]. L.: Nauka, 1964. Pp. 227–246. (In Russian)
8. Kiskidosova T.A. Governor's annual reports as a source for studying the urban population of Eastern Siberia in the 1850–1880s. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Tomsk State University]. 2016. No. 412. Pp. 50–53. DOI: 10.17223/15617793/412/8. (In Russian)
9. Fortunatov A.F. *Urozhai rzhii v evropeyskoy Rossii* [Rye harvests in European Russia]. Moscow, 1893. 254 p. (In Russian)
10. Yatsunskij V.K. *Sotsial'no-ekonomicheskaya istoriya Rossii XVIII-XIX vv. Izbrannyye trudy* [Socio-economic history of Russia in the 18th-19th centuries]. Selected works. Moscow: Nauka, 1973. 302 p. (In Russian)
11. Rogozhina A.S. Provincial office documentation as a source on the history of the food business in imperial Russia. *Uchenyye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Gumanitarnyye i sotsial'nyye nauki* [Scientific notes of the Oryol State University. Series: Humanities and social sciences]. 2015. No. 5(68). Pp. 62–67. (In Russian)
12. *Vsepoddanneyshiy otchet Nachal'nika Terskoy oblasti i Nakaznogo Atamana Terskogo kazach'yego voyska o sostoyanii oblasti i voysk za 1889 god* [The most loyal report of the Head of the Terek region and the Nakazny Ataman of the Terek Cossack army on the state of the region and troops for 1889]. Vladikavkaz: Tipografiya Oblastnogo Pravleniya Terskoy oblasti, 1891. 71 p. (In Russian)
13. *Vsepoddanneyshiy otchet Nachal'nika Terskoy oblasti i Nakaznogo Atamana Terskogo kazach'yego voyska o sostoyanii oblasti i voysk za 1890 god* [The most loyal report of the Head of the Terek region and the Nakazny Ataman of the Terek Cossack army on the state of the region and troops for 1890]. Vladikavkaz: Tipografiya Oblastnogo Pravleniya Terskoy oblasti, 1891. 90 p. (In Russian)
14. *Vsepoddanneyshiy otchet Nachal'nika Terskoy oblasti i Nakaznogo Atamana Terskogo kazach'yego voyska o sostoyanii oblasti i voysk za 1897 god* [The most loyal report of the Head of the Terek region and the Nakazny Ataman of the Terek Cossack army on the state of the region and troops for 1897]. Vladikavkaz: Tipografiya Oblastnogo Pravleniya, 1898. 120 p. (In Russian)
15. *Vsepoddanneyshiy otchet Nachal'nika Terskoy oblasti i Nakaznogo Atamana Terskogo kazach'yego voyska o sostoyanii oblasti i voysk za 1895 god* [The most loyal report of the Head of the Terek region and the Nakazny Ataman of the Terek Cossack army on the state of the region and troops for 1895]. Vladikavkaz: Tipografiya Oblastnogo Pravleniya Terskoy oblasti, 1896. 127 p. (In Russian)
16. *Vsepoddanneyshiy otchet Nachal'nika Terskoy oblasti i Nakaznogo Atamana Terskogo kazach'yego voyska o sostoyanii oblasti i voysk za 1898 god* [The most loyal report of the Head of

the Terek region and the Nakazny Ataman of the Terek Cossack army on the state of the region and troops for 1898]. Vladikavkaz: Tipografiya Oblastnogo Pravleniya, 1899. 118 p. (In Russian)

17. *Vsepoddanneyshey otchet Nachal'nika Terskoy oblasti i Nakaznogo Atamana Terskogo kazach'yego voyska o sostoyanii oblasti i voysk za 1891 god* [The most loyal report of the Head of the Terek region and the Nakazny Ataman of the Terek Cossack army on the state of the region and troops for 1891]. Vladikavkaz: Tipografiya Oblastnogo Pravleniya Terskoy oblasti, 1892. 132 p. (In Russian)

18. *Vsepoddanneyshey otchet Nachal'nika Terskoy oblasti i Nakaznogo Atamana Terskogo kazach'yego voyska o sostoyanii oblasti i voysk za 1894 god* [The most loyal report of the Head of the Terek region and the Nakazny Ataman of the Terek Cossack army on the state of the region and troops for 1894]. Vladikavkaz: Tipografiya Oblastnogo Pravleniya Terskoy oblasti, 1895. 105 p. (In Russian)

19. *Vsepoddanneyshey otchet Nachal'nika Terskoy oblasti i Nakaznogo Atamana Terskogo kazach'yego voyska o sostoyanii oblasti i voysk za 1899 god* [The most loyal report of the Head of the Terek region and the Nakazny Ataman of the Terek Cossack army on the state of the region and troops for 1899]. Vladikavkaz: Tipografiya Oblastnogo Pravleniya Terskoy oblasti, 1900. 106 p. (In Russian)

20. *Otchet Nachal'nika Terskoy oblasti i Nakaznogo Atamana Terskogo kazach'yego voyska za 1902 god* [Report of the Head of the Terek Region and the Punished Ataman of the Terek Cossack Army for 1902]. Vladikavkaz: Tipografiya Oblastnogo Pravleniya Terskoy oblasti, 1903. 115 p. (In Russian)

21. *Otchet Nachal'nika Terskoy oblasti i Nakaznogo Atamana Terskogo kazach'yego voyska za 1903 god* [Report of the Head of the Terek Region and the Punished Ataman of the Terek Cossack Army for 1903]. Vladikavkaz: Tipografiya Oblastnogo Pravleniya Terskoy oblasti, 1904. 112 p. (In Russian)

22. *Otchet Nachal'nika Terskoy oblasti i Nakaznogo Atamana Terskogo kazach'yego voyska za 1904 god* [Report of the Head of the Terek Region and the Punished Ataman of the Terek Cossack Army for 1904]. Vladikavkaz: Tipografiya Oblastnogo Pravleniya Terskoy oblasti, 1905. 114 p. (In Russian)

23. *Otchet Nachal'nika Terskoy oblasti i Nakaznogo Atamana Terskogo kazach'yego voyska za 1905 god* [Report of the Head of the Terek Region and the Punished Ataman of the Terek Cossack Army for 1905]. Vladikavkaz: Tipografiya Oblastnogo Pravleniya Terskoy oblasti, 1906. 110 p. (In Russian)

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Funding.** The study was performed without external funding.

### Информация об авторе

**Анищенко Елена Александровна**, аспирант, Научно-образовательный центр Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук;  
360010, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2;  
elen\_anisichenko@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2839-3933>, SPIN-код: 2293-4739

### Information about the author

**Elena A. Anishchenko**, Post-graduate Student, Scientific and Educational Center, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;  
360010, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street;  
elen\_anisichenko@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2839-3933>, SPIN-code: 2293-4739

УДК 392+94(47)

DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-135-141

EDN: WOQEDU

Научная статья

## Традиционные институты регулирования поземельных и некоторых имущественных отношений у балкарского населения Нальчикского округа в последней трети XIX – начале XX в.: историографический обзор

А. Ж. Байчекуева

Научно-образовательный центр  
Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук  
360010, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2

**Аннотация.** В статье предложен историографический обзор функционирования «бегенды» и «ортака» как традиционных институтов регулирования поземельных и некоторых имущественных отношений у балкарского населения Нальчикского округа в последней трети XIX – начале XX в. Рассмотрены труды Г. А. Вертепова, Н. П. Тульчинского, М. К. Абаева, Н. М. Рейнке, Е. Н. Студенецкой, Т. Х. Кумыкова, Т. А. Жекомихова, М. Ч. Кучмезовой, Г. К. Азаматова, Е. Г. Муратовой и некоторые обобщающие работы по истории и этнографии народов Кавказа. Установлено, что исследователи при определении дефиниции «бегенда» выделяли такие ее общие характеристики, как: своеобразная форма поземельных отношений, извлечение прибыли от пользования земельным участком в качестве обеспечительной меры по долговым обязательствам (залог), рента взамен частичного или полного погашения процентов, сохранение права собственности за хозяином заложенного имущества, заключение соглашения на неопределенный срок (до погашения долга). Для «ортака» – форма эксплуатации представителей одних социальных групп другими, отождествление с русской исполщиной, получение части прибыли или приплода за пользование чужим земельным участком или скотом и т.п.

**Ключевые слова:** историография, Нальчикский округ, балкарцы, обычное право, соционормативная культура, имущественные отношения, поземельные отношения, собственность, ортак, бегенда

Поступила 26.05.2024, одобрена после рецензирования 29.05.2024, принята к публикации 31.05.2024

**Для цитирования.** Байчекуева А. Ж. Традиционные институты регулирования поземельных и некоторых имущественных отношений у балкарского населения Нальчикского округа в последней трети XIX – начале XX в.: историографический обзор // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 3. С. 135–141. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-135-141

Original article

## Traditional institutions of regulation of land and some property relations among the balkarian population of the Nalchik district in the last third of the XIX – early XX century: a historiographical review

A.Z. Baichekueva

Scientific and Educational Center  
Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences  
360010, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street

**Abstract.** The article offers a historiographical overview of the functioning of “begenda” and “ortak” as traditional institutions for regulating land and some property relations among the Balkarian population of the Nalchik district in the last third of the XIX – early XX century. The works of G.A. Vertepov, N.P.

Tulchinsky, M.K. Abaev, N.M. Reinke, E.N. Studenetskaya, T.H. Kumykov, T.A. Zhekomikhov, M.Ch. Kuchmezova, G.K. Azamatov, E.G. Muratova and some generalizing works on the history and ethnography of the peoples of the Caucasus were considered. It has been established that researchers, when defining the definition of “begend”, identified such general characteristics as: a peculiar form of land relations, extracting profit from the use of a land plot as a security measure for debt obligations (collateral), rent in return for partial or full repayment of interest, retention of ownership by the owner of the mortgaged property, conclusion of an agreement for an indefinite period (before repayment of the debt). For “ortak” it is a form of exploitation of representatives of some social groups by others, identification with the Russian community, receiving part of the profit or offspring for using someone else's land or cattle, etc.

**Keywords:** historiography, Nalchik district, Balkars, customary law, socionormative culture, property relations, land relations, property, ortak, begenda

Submitted 26.05.2024,

approved after reviewing 29.05.2024,

accepted for publication 31.05.2024

**For citation.** Baichekueva A.Z. Traditional institutions of regulation of land and some property relations among the balkarian population of the Nalchik district in the last third of the XIX – early XX century: a historiographical review. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. Vol. 26. No. 3. Pp. 135–141. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-135-141

## ВВЕДЕНИЕ

Вопросы функционирования традиционных институтов регулирования поземельных и развития некоторых имущественных отношений (в частности, «бегенда» и «ортак») у балкарского населения Нальчикского округа в последней трети XIX – начале XX в. всегда привлекали внимание общественности и исследователей. В историографии социально-экономической истории и этнографии народов Кавказа отложилось немало исследований, посвященных выявлению их семантики и динамики, а также исторических условий их трансформации в дореволюционный период. В общем плане по обычному праву балкарцев «ортак» представлял собой передачу собственником имущества или скота в пользование другим лицам под часть ренты или приплода, а «бегенда» – передачу в пользование земельного участка в качестве обеспечительной меры по долговым обязательствам. Однако анализ историографических источников дает возможность уточнить некоторые детали этих дефиниций и определить, как и за счет чего прирастало научное знание в этой сфере с течением времени.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Некоторые вопросы функционирования «бегенды» и «ортака» у балкарского населения Нальчикского округа в последней трети XIX – начале XX в. в разное время затрагивались в трудах Г. А. Вертепова (1890) [1, с. 240], Н. П. Тульчинского (1903) [2], М. К. Абаева (1911) [3], Н. М. Рейнке (1912), В. Н. Кудашева (1913) [4, с. 264], Е. Н. Студенецкой (1958) [5], Т. Х. Кумыкова (1961) [6, с. 102], Т. А. Жекомихова (1965) [7], М. Ч. Кучмезовой (1972) [8, 9], Г. К. Азаматова и Х. И. Хутуева (1980) [10, с. 119], Е. Г. Муратовой / Битовой (1991, 2007) [11, 12], З. Ж. Глашевой (2014) [13, с. 143], И. М. Гоова (2014) [14], Е. С. Нухрикан (2015, 2016) [15, 16], М. Ш. Абаевой (2018) [17], П. А. Кузьминова (2020) [18], Д. Ф. Афауновой (2020) [19] и в некоторых обобщающих работах по истории и этнографии народов Кавказа [21, 22, 23]. Анализ этих трудов позволяет уточнить некоторые детали в определениях терминов «бегенда» и «ортак» и охарактеризовать их сущностные характеристики.

Так, например, раскрывая сущность и содержание терминов «бегенда» и «ортак», дореволюционные авторы апеллировали дефинициями, в определенной мере адаптированными под реалии российского гражданского права своего времени. Например, М. М. Ковалевский квалифицировал «бегенду» как институт договорного права, представлявший собой форму обеспечения долга залогом недвижимости или движимости под условием перехода права пользования на кредитора и извлечения дохода из заложенного имущества. В начале 90-х гг.

ХІХ в. Г. А. Вертепов определял «бегенду» как владение имуществом, ограниченное правом прежних владельцев выкупить его обратно [1, с. 240]. М. К. Абаев для описания поземельных отношений у балкарцев опирался на такие термины, как: «обычное поземельное право», «поземельная собственность», «ортакское право», «бегендное право», «бегендная сумма», «договор на бегендном праве», «бегендатор», собственник земли, заимодавец, кредитор [3] и т.п. При этом М. К. Абаев в свое время дал обстоятельное определение термину «бегенда», под которым понимал отношения, когда «собственник земли (жер-иеси), нуждаясь в деньгах или в другом движимом имуществе, отдает свой участок земли другому лицу за известную сумму или предметы на неопределенный срок или, правильнее, бессрочно с тем, чтобы взявший участок в «бегенду» и его потомки были вправе пользоваться участком до того времени, пока собственник земли или его наследники не возвратят им полученную от них «бегендную» сумму, т.е. заимодавец получает от должника в виде процентов доход с участка до уплаты ему долга» [3].

Комиссия под руководством сенатора Н. М. Рейнке в 1912 г. заключала, что «ортак» имел большое значение для поддержки и развития «бедных классов населения, желающих заниматься скотоводством, но не имеющих своего скота» [10, с. 105]. Примечательно, что эмпирической базой для описания этих институтов у дореволюционных авторов служили материалы личного включенного наблюдения и судебных разбирательств в Нальчикском горском словесном суде.

Авторы советского периода рассматривали «бегенду» в качестве своеобразной формы поземельных отношений [9, с. 205], обозначали кредиторов – пользователей земельных участков – кулаками-ростовщиками, а должников – бедняками, а саму «бегенду» как механизм для таубиев<sup>1</sup> и кулаков держать крестьян в кабале «под влиянием широкого развития кулачества» (Е. О. Крикунова) [13, с. 240]; «ортак» – как одну из форм эксплуатации бедняков землевладельцами (Е. Н. Студенецкая), как тяжелую форму крепостнической кабалы для крестьян (М. Ч. Кучмезова) или средство «выколачивания» феодальной ренты крупными землевладельцами (М. Ч. Кучмезова) и т.п. В любом случае исследователи обращали внимание на целый ряд общих характеристик, затрагивая в своих трудах отношения «бегенды» и «ортака».

В современной исследовательской практике «бегенда» зачастую рассматривается как залог, передача должником земельного участка кредитору (взамен процентов) [20, с. 799]. Должник отдавал свой участок земли в пользование заемщику, который и владел им, и извлекал выгоду до тех пор, пока долг не будет полностью погашен [20, с. 169]. Однако большинство исследователей при изучении этого института соционормативной культуры балкарцев в большей мере опирались на достижения авторов дореволюционного и советского периодов, в некоторых случаях подкрепляя характеристики материалами судебных разбирательств и специализированных комиссий.

В целом анализ историографических источников по данной тематике дает возможность выявить целый ряд общих характеристик института «бегенды». Так, исследователи характеризовали «бегенду» как залог и передачу должником земельного участка («безотчетное пользование») кредитору [20, с. 799] (заимодавцу [20, с. 169]); акцентировали внимание на том, что ее объектом являлось в основном недвижимое имущество, преимущественно земельные участки (М. Ч. Кучмезова, Е. Г. Муратова) [24, с. 67], которое могло переходить в собственность залогодержателя в случае неуплаты долга заемщиком (Н. М. Рейнке). Исследователи отмечали, что право собственности на земельный участок сохранялось за первоначальным хозяином заложенного имущества (М. Ч. Кучмезова; Е. Г. Муратова (Битова); Карачаевцы. Балкарцы...), расчет по условиям договора осуществлялся без взимания процентов с залогодержателя (М. Ч. Кучмезова), а его расторжение – в момент возврата долга

<sup>1</sup>Горский князь, представитель высшей балкарской родовой аристократии.

(М. Ч. Кузмезова) и т.п.; обращали внимание на долгосрочный (бессрочный) характер «бегенды» (М. К. Абаев, Т. Х. Кумыков, Е. Г. Муратова и др.). Также в историографических источниках говорилось о возможности передачи права пользования «бегендным участком» по наследству без права приобретения собственности (Б. Шаханов, Е. О. Крикунова, Е. Г. Муратова) [11, с. 81]; обращалось внимание на факты трансформации «бегенды» в пореформенный период в сторону отождествления со ссудой под залог недвижимого имущества (Е. О. Крикунова, Т. А. Жекомыхов, Е. Г. Муратова, З. Ж. Глашева и др.); заемщик и займодавец отождествлялись с работодателем и наемным работником [20, с. 152] и обращалось внимание на то, что в некоторых случаях основанием возникновения «бегенды» выступала несвоевременная уплата калыма [20, с. 364].

В историографии не менее значимые характеристики давались и в отношении института «ортака». Так, например, Е. Н. Студенецкая рассматривала «ортак» как одну из форм эксплуатации представителей одних социальных групп другими [5]. Кроме того, в работах некоторых исследователей «ортак» отождествлялся с исполщиной в аренде и выпасе скота, когда плата за пользование землей или скотом составляла часть урожая или приплода скота (М. Ч. Кузмезова; Карачаевцы. Балкарцы...) [20, с. 152]; характеризовали его как форму найма работников-пастухов при аренде скота и овец или культурных земельных участков» (Тулчинский) [2, с. 214]; иногда обозначали его как договор о выпасе скота (Карачаевцы. Балкарцы...). Также предпринимались попытки дифференцировать «ортак» по видовой принадлежности на «ортак с прибавкой» (къошхан ортакъ), «ортак без прибавки» (къошмагъан ортакъ), «чегемский ортак» (чегем ортакъ или ёзденлик ортакъ), «баксанский ортак» (басхан къарачай ортак) (Карачаевцы. Балкарцы...). В качестве основных квалифицирующих признаков дефиниции указывали, что обработка ортакодержателем (испольщиком) земельного участка производилась собственными орудиями (М. Ч. Кузмезова) [9, с. 210]; земельный участок или скот также, как и при «бегенде», могли передаваться в пользование на неограниченное количество лет (М. К. Абаев); собственник получал половину (иногда треть или две трети дохода в зависимости от качества и местонахождения участка) урожая или приплода (М. К. Абаев); пользователь принимал обязанность содержать полученную землю или скот в надлежащем состоянии (М. К. Абаев) и нести ответственность за его порчу или утрату.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в исследованиях по истории и этнографии балкарского населения Нальчикского округа в последней трети XIX – начале XX в. уточнялись дефиниции и давалась подробная сущностная характеристика институтов «бегенды» и «ортака». Исследователи при определении дефиниции «бегенда» выделяли такие общие характеристики, как: своеобразная форма поземельных отношений, извлечение прибыли от пользования земельным участком в качестве обеспечительной меры по долговым обязательствам (залог), рента взамен частичного или полного погашения процентов, сохранение права собственности за хозяином заложенного имущества, заключение соглашения на неопределенный срок (до погашения долга). Для «ортака» – форма эксплуатации представителей одних социальных групп другими, отождествление с русской исполщиной, получение части прибыли или приплода за пользование чужим земельным участком или скотом и т.п. При этом оба института рассматривались как динамичные явления, изменявшиеся в пореформенный период под влиянием российских экономических преобразований на Центральном Кавказе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Документы по истории Балкарии (конец XIX в. – начало XX в.) / Сост. Е. О. Крикунова. Нальчик: Кабардино-Балкарское книжное издательство, 1962. 308 с.

2. *Тульчинский Н. П.* Пять горских обществ Кабарды. Владикавказ: Типография Терского областного правления, 1903. 154 с.
3. *Абаев М. К.* Балкария: исторический очерк // Мусульманин. 1911. № 14–17. С. 586–627.
4. *Кудашев В. Н.* Исторические сведения о кабардинском народе. Киев, 1913. 283 с.
5. *Студенецкая Е. Н.* Ортак – одна из форм эксплуатации в Карачае и Балкарии (конец XIX – начало XX в.) // СТКЧГПИ. 1958. Вып. 1. С. 215–232.
6. Очерки истории балкарского народа (с древнейших времен до 1917 года). Нальчик: Кабардино-Балкарское книжное издательство, 1961. 220 с.
7. *Жакомыхов Т. А.* История народного хозяйства Кабардино-Балкарии. Часть 1. Нальчик: Кабардино-Балкарское книжное издательство, 1965. 208 с.
8. *Кучмезова М. Ч.* Имущественное и наследственное право балкарцев в XIX веке // Вестник Кабардино-Балкарского научно-исследовательского института. Вып. 6. Нальчик: Эльбрус, 1972. С. 177–189.
9. *Кучмезова М. Ч.* Землевладение и землепользование в Балкарии по обычному праву в XIX в. // Вестник Кабардино-Балкарского научно-исследовательского института. Вып. 6. Нальчик: Эльбрус, 1972. С. 204–226.
10. *Азаматов К. Г., Хутуев Х. И.* Мисост Абаев. Общественно-политические взгляды. Нальчик: Эльбрус, 1980. 130 с.
11. *Битова Е. Г.* Сельская община балкарцев в XIX в.: автореф. дисс. ... канд. ист. наук. Санкт-Петербург, 1991. 19 с.
12. *Муратова Е. Г.* Поземельные отношения у балкарцев во второй половине XIX – начале XX в. // Этнографическое обозрение. 2007. № 3. С. 147–156.
13. *Глашева З. Ж.* Развитие товарно-денежных отношений в балкарских обществах в пореформенный период // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2014. № 4(60). С. 141–147.
14. *Гоов И. М.* Институты гражданского права в системе обычного права народов Северного Кавказа // Гуманитарные и социальные науки. 2015. № 5. С. 136–151.
15. *Нухрикян Е. С.* Эволюция правового регулирования землепользования в горских обществах Карачая и Балкарии (1860-е гг. – начало XX в.) // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. 2015. № 6–2(56). С. 128–134.
16. *Нухрикян Е. С.* Социально-экономическое развитие и хозяйственные отношения в Карачае и Балкарии в XIX – начале XX в.: автореф. дисс. ... канд. ист. наук. Владикавказ, 2016. 22 с.
17. *Абаева М. Ш.* Новые тенденции экономического и социального развития балкарских обществ в конце XIX – начале XX века // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. 2018. № 6–2. С. 4–8.
18. *Кузьминов П. А., Абаева М. Ш.* Становление товарно-денежных отношений в Балкарии во второй половине XIX – начале XX вв. // Российское предпринимательство: история развития, опыт и место в политико-экономическом дискурсе (на примере развития предпринимательства в России и Северо-Кавказском регионе): материалы Всероссийской научной конференции, Карачаевск, 6–7 июля 2020 года. Карачаевск, 2020. С. 133–145.
19. *Афаунова Д. Ф.* Арендные отношения у горских народов Центрального Кавказа во второй половине XIX века // Исторический бюллетень. 2020. Т. 3. № 4. С. 62–69.
20. Карачаевцы. Балкарцы. Серия: Народы и культуры. Москва: Наука, 2014. 815 с.
21. Века совместной истории: народы Кабардино-Балкарии в российском цивилизационном процессе (1557–1917 гг.). Нальчик: ИГИ КБНЦ РАН, 2017. 544 с.
22. Россия и народы Северного Кавказа в XVI – середине XIX века: социокультурная дистанция и движение к государственно-политическому единству. Нальчик: ИГИ КБНЦ РАН, 2018. 268 с.

23. Документы по истории Балкарии 40–90 гг. XIX в. / Сост. Е. О. Крикунова. Нальчик: Кабардино-Балкарское книжное издательство, 1959. 239 с.

24. Муратова Е. Г. Материалы Абрамовской комиссии и Басият Шаханов: спор о земле в начале XX в. // Региональная история: методология, источники, историография: Сборник научных трудов третьих Международных Усмановских чтений, Уфа, 2 декабря 2016 года. Уфа: Башкирский государственный университет, 2016. С. 66–68.

## REFERENCES

1. *Dokumenty po istorii Balkarii (konets XIX v. – nachalo XX v.)* [Documents on the history of Balkaria (late 19th century – early 20th century)] / Sost. E.O. Krikunova. Nal'chik: Kabardino-Balkarskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1962. 308 p. (In Russian)

2. Tul'chinskiy N.P. *Pyat' gorskikh obshchestv Kabardy* [Five mountain societies of Kabarda]. Vladikavkaz: Tipografiya Terskogo oblastnogo pravleniya, 1903. 154 p. (In Russian)

3. Abaev M.K. *Balkariya: istoricheskiy ocherk* [Balkaria: a historical sketch]. *Musul'manin*. 1911. No. 14–17. Pp. 586–627. (In Russian)

4. Kudashev V.N. *Istoricheskie svedeniya o kabardinskom narode* [Historical information about the Kabardian people]. Kiev, 1913. 283 p. (In Russian)

5. Studenetskaya E.N. *Ortak – odna iz form ekspluatatsii v Karachae i Balkarii (konets XIX – nachalo XX v.)* [Ortak is one of the forms of exploitation in Karachay and Balkaria (late XIX – early XX century)]. *STKChGPI*. 1958. No 1. Pp. 215–232. (In Russian)

6. *Ocherki istorii balkarskogo naroda (s drevneyshikh vremen do 1917 goda)* [Essays on the history of the Balkarian people (from ancient times to 1917)]. Nal'chik: Kabardino-Balkarskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1961. 220 p. (In Russian)

7. Zhakomikhov T.A. *Istoriya narodnogo khozyaystva Kabardino-Balkarii* [The history of the national economy of Kabardino-Balkaria]. Chast' 1. Nal'chik: Kabardino-Balkarskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1965. 208 p. (In Russian)

8. Kuchmezova M.Ch. Property and inheritance law of the Balkars in the XIX century. *Vestnik Kabardino-Balkarskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta* [Bulletin of the Kabardino-Balkarian Research Institute]. No. 6. Nal'chik: El'brus, 1972. Pp. 177–189. (In Russian)

9. Kuchmezova M.Ch. Land ownership and land use in Balkaria under customary law in the 19th century. *Vestnik Kabardino-Balkarskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta* [Bulletin of the Kabardino-Balkarian Research Institute]. No. 6. Nal'chik: El'brus, 1972. Pp. 204–226. (In Russian)

10. Azamatov K.G., Khutuev Kh.I. *Misost Abaev. Obshchestvenno-politicheskie vzglyady* [Misost Abaev. Socio-political views]. Nal'chik: El'brus, 1980. 130 p. (In Russian)

11. Bitova E.G. *Sel'skaya obshchina balkartsev v XIX v.: avtoref. diss. ... kand. ist. nauk*. [The rural community of Balkars in the XIX century: abstract. Dissertation of the Candidate of Historical Sciences]. Sankt-Peterburg, 1991. 19 p. (In Russian)

12. Muratova E.G. Land relations among the Balkars in the second half of the XIX – early XX century. *Etnograficheskoe obozrenie* [Ethnographic review]. 2007. No 3. Pp. 147–156. (In Russian)

13. Glasheva Z.Zh. The development of commodity-money relations in the Balkan societies in the post-reform period. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2014. No 4(60). Pp. 141–147. (In Russian)

14. Goov I.M. Institutions of civil law in the system of customary law of the peoples of the North Caucasus. *Gumanitarnye i sotsial'nye nauki* [Humanities and social sciences]. 2015. No 5. Pp. 136–151. (In Russian)

15. Nukhrikyan E.S. *Evolyutsiya pravovogo regulirovaniya zemlepol'zovaniya v gorskikh obshchestvakh Karachaya i Balkarii (1860-e gg. – nachalo XX v.)* [Evolution of legal regulation of land use in the mountain societies of Karachay and Balkaria (1860s – early twentieth century)]. *Istoricheskie, filosofskie, politicheskie i yuridicheskie nauki, kul'turologiya i iskusstvovedenie. Voprosy teorii i praktiki*. 2015. No 6–2(56). Pp. 128–134. (In Russian)

16. Nukhrikyan E.S. *Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie i khozyaystvennyye otnosheniya v Karachae i Balkarii v XIX – nachale XX v.: avtoref. diss. ... kand. ist. nauk* [Socio-economic development and economic relations in Karachay and Balkaria in the XIX – early XX centuries. Dissertation of the Candidate of Historical Sciences]. Vladikavkaz, 2016. 22 p. (In Russian)

17. Abaeva M.Sh. *Novye tendentsii ekonomicheskogo i sotsial'nogo razvitiya balkarskikh obshchestv v kontse XIX – nachale XX veka* [New trends in the economic and social development of the Balkan societies in the late XIX – early XX century]. *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki*. Seriya: Gumanitarnye nauki. 2018. No 6-2. Pp. 4–8. (In Russian)

18. Kuz'minov P.A., Abaeva M.Sh. *Stanovlenie tovarno-denezhnykh otnosheniy v Balkarii vo vtoroy polovine XIX – nachale XX vv.* [The formation of commodity-money relations in Balkaria in the second half of the XIX – early XX centuries]. *Rossiyskoe predprinimatel'stvo: istoriya razvitiya, opyt i mesto v politiko-ekonomicheskom diskurse (na primere razvitiya predprinimatel'stva v Rossii i Severo-Kavkazskom regione): materialy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii, Karachaevsk, 6–7 iyulya 2020 goda*. Karachaevsk, 2020. Pp. 133–145. (In Russian)

19. Afaunova D.F. *Arendnye otnosheniya u gorskikh narodov Tsentral'nogo Kavkaza vo vtoroy polovine XIX veka* [Rental relations among the mountain peoples of the Central Caucasus in the second half of the XIX century]. *Istoricheskiy byulleten'*. 2020. T. 3, No 4. Pp. 62–69. (In Russian)

20. *Karachaevtsy. Balkartsy* [Karachai people. Balkars]. Seriya: Narody i kul'tury. Moskva: Nauka, 2014. 815 p. (In Russian)

21. *Veka sovmestnoy istorii: narody Kabardino-Balkarii v rossiyskom tsivilizatsionnom protsesse (1557–1917 gg.)* [Centuries of joint history: the peoples of Kabardino-Balkaria in the Russian civilizational process (1557–1917)]. Nal'chik: IGI KBNTs RAN, 2017. 544 p. (In Russian)

22. *Rossiya i narody Severnogo Kavkaza v XVI – seredine XIX veka: sotsiokul'turnaya distantsiya i dvizhenie k gosudarstvenno-politicheskomu edinstvu* [Russia and the peoples of the North Caucasus in the XVI – mid-XIX century: socio-cultural distance and movement towards state and political unity]. Nal'chik: IGI KBNTs RAN, 2018. 268 p. (In Russian)

23. *Dokumenty po istorii Balkarii 40–90 gg. XIX v.* [Documents on the history of Balkaria in the 40-90 years of the XIX century] / Sost. E.O. Krikunova. Nal'chik: Kabardino-Balkarskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1959. 239 p. (In Russian)

24. Muratova E.G. *Materialy Abramovskoy komissii i Basiyat Shakhanov: spor o zemle v nachale XX v.* [Materials of the Abramov Commission and Basiyat Shakhanov: the land dispute at the beginning of the XX century]. *Regional'naya istoriya: metodologiya, istochniki, istoriografiya: Sbornik nauchnykh trudov tret'ikh Mezhdunarodnykh Usmanovskikh chteniy, Ufa, 2 dekabrya 2016 goda*. Ufa: Bashkirskiy gosudarstvennyy universitet, 2016. Pp. 66–68. (In Russian)

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Funding.** The study was performed without external funding.

### Информация об авторе

**Байчекуева Азинат Жамаловна**, аспирант, Научно-образовательный центр Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук;

360010, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2;

baychekueva88@mail.ru, SPIN-код: 3235-2546

### Information about the author

**Azinat Zh. Baichekueva**, Post-graduate Student, Scientific and Educational Center of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360010, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street;

baychekueva88@mail.ru, SPIN-code: 3235-2546

УДК 811.512

DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-142-149

EDN: ZPATDX

Научная статья

## Спортивная терминология современного карачаево-балкарского языка

М. З. Улаков, Л. Х. Махиева

Институт гуманитарных исследований –  
филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук  
360000, Россия, г. Нальчик, ул. Пушкина, 18

**Аннотация.** В статье на материале словарей современного карачаево-балкарского языка впервые исследуется спортивная терминологическая система. В ней выявляются и системно описываются часто употребляемые термины спорта и физической культуры, а также слова (термины), применяемые спортивными судьями. При этом фиксируются проблемы их лексикографирования. В работе обращается внимание на основные источники пополнения и развития спортивной терминосистемы, отмечаются изменения и адаптация терминов. Системно выделяются некоторые спортивные термины иноязычного происхождения. При определении заимствованных и калькированных спортивных лексем были использованы данные разных лексикографических источников. Материалы и выводы данной работы будут способствовать упорядочению и стандартизации спортивных терминов, окажут помощь представителям СМИ в подготовке информации по спортивной тематике. Также они могут быть использованы в процессе создания переводных двуязычных словарей и станут основой для составления словника и переводного словаря спортивных терминов карачаево-балкарского языка, в издании которого давно нуждаются работники масс-медиа.

**Ключевые слова:** спорт, спортивная терминосистема, виды спорта, национальные игры, заимствованные термины, иноязычный фонд, кальки, полукальки, трансформация

Поступила 30.05.2024, одобрена после рецензирования 03.06.2024, принята к публикации 04.06.2024

**Для цитирования.** Улаков М. З., Махиева Л. Х. Спортивная терминология современного карачаево-балкарского языка // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 3. С. 142–149. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-142-149

Original article

## Sports terminology of modern the Karachay-Balkar language

M.Z. Ulakov, L.Kh. Makhieva

Institute of Humanitarian Researches –  
branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences  
360000, Russia, Nalchik, 18 Pushkin street

**Abstract.** The article uses the material of dictionaries of the modern Karachay-Balkar language for the first time to study the sports terminological system. It identifies and systematically describes frequently used terms in sports and physical culture, as well as referee words (terms) used by sports judges. At the same time, the problems of their lexicography are recorded. The work draws attention to the main sources of its replenishment and development, and notes changes and terms adaptation. Some sports terms of foreign language origin are systematically identified. When determining borrowed and traced sports lexemes, data from various lexicographic sources were used. The materials and conclusions of this work will contribute to the streamlining and standardization of sports terms and will assist media representatives in preparing information on sports topics. They can also be used in the

process of creating translated bilingual dictionaries, and will become the basis for compiling a dictionary and a translating dictionary of sports terms in Karachay-Balkar language, the publication of which has been in need for media workers.

**Keywords:** sport, sports terminology system, sports, national games, borrowed terms, foreign language fund, calques, semi-calques, transformation

*Submitted 30.05.2024,*

*approved after reviewing 03.06.2024,*

*accepted for publication 04.06.2024*

**For citation.** Ulakov M.Z., Makhieva L.Kh. Sports terminology of the modern Karachay-Balkar language. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS.* 2024. Vol. 26. No. 3. Pp. 142–149. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-142-149

## ВВЕДЕНИЕ

В современном мире спорт стал незаменимой частью нашего образа жизни. В последнее время непрерывно возрастает роль спортивной лексики, развиваются новые разновидности спортивных мероприятий, получают квалификацию существующие спортивно-физкультурные дисциплины. Кроме того, спорт как тенденция социальной значимости весьма совершенствуется и оказывает влияние на развитие и обогащение терминологической лексики современного карачаево-балкарского языка. Среди многих проблем терминологической лексики изучаемого языка неисследованными до сих пор остаются отдельные терминологические системы. Среди них и спортивная терминосистема, имеющая достаточно длительную историю формирования и развития, является практически неизученной. Некоторые лингвисты, пользуясь термином «спортивная терминология» в широком значении, считают, что «нет строго выработанной, устоявшейся терминологии для обозначения спортивных понятий» [1, с. 4], что «спорт не наука, а потому и спортивная терминология не отличается строгой научностью, она имеет спортивный, игровой характер» [2, с. 6].

Существующее мнение, что изучение спортивной лексики не имеет отношения к общей терминологической проблематике, т.к. она не выражает ряда научных понятий и целиком относится к общеупотребительной или профессиональной лексике, на наш взгляд, является ошибочным. Как отмечает Е. И. Гуреева, «системность спортивной терминологии оформилась лишь в последние десятилетия, что связано с осознанием спорта как разновидности профессиональной (ср. профессиональный бокс, профессиональный хоккей), а также с появлением спортивной науки» [3, с. 71].

В спортивной терминосистеме условно можно выделить несколько основных типов спорта. М. И. Бабюк в своей работе отмечает, что «в зависимости от подходов выделяют прежде всего массовый, рекреационный, адаптивный, любительский, профессиональный и целый ряд других типов. Соответственно в каждом из типов спорта формируются собственные организационные структуры и правовые нормы, складываются собственные виды соревнований, культура их проведения и многое другое» [4, с. 7].

Как известно, в мире функционирует несколько сотен различных видов спорта и физической культуры, а также существуют разные классификации спортивной терминосистемы. «Наиболее известной и значимой сегодня является классификация видов спорта, разработанная Международным олимпийским комитетом и применяемая в рамках проведения Олимпийских игр. В олимпийском движении выделяют циклические, скоростно-силовые дисциплины, единоборства, спортивные игры и многоборья. В программу Олимпийских игр на сегодняшний день входят 28 летних и 7 зимних видов спорта» [4, с. 8]. На сегодняшний день существующая классификация спортивной лексики современного карачаево-балкарского языка является калькированной с русского языка.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Спортивная терминология является одной из самых интенсивно развивающихся терминотерминологических систем современного карачаево-балкарского языка и включает в себя различные слова (термины), терминологические сочетания (словосочетания) и т.д. Некоторые спортивные термины включены в лексикографические источники исследуемого языка. Приведем примеры: **Атлетика** – атлетика чыдамлыкыгъа юйретиучу, чыныкдырыгучу, къарыу бериучу тюрлю-тюрлю упражнениланы бары да [5, с. 224] «совокупность разнообразных упражнений, воспитывающих силу, ловкость, выносливость». **Бадминтон** – бадмитон къанатчыкълары болгъан гитче топчукну ракетка бла сетканы башы бла ётдюрюп ойнаучу спорт оюн [5, с. 302] «спортивная игра с ракетками и воланом». **Бокс** – бокс белгили жорукъла бла эки спортчуну арасында бардырылгъан энчи къол къапла бла жумдурукъ уруш [5, с. 465] «кулачный бой между двумя спортсменами по особым правилам, в специальных перчатках». **Волейбол** – волейбол эки команда бир бирге сетканы башы бла атып ойналгъан къол топ спорт оюн «спортивная игра с мячом, в которой две команды соревнуются в направлении мяча (руками) над сеткой». **Футбол** – футбол эки команданы да ойнаучулары топну аякълары бла уруп, бири бирини къабакъ эшиклерине кийирирге къурешген спорт оюн [6, с. 763] «спортивная игра двух команд, в которой игроки стараются ударами ноги забить мяч в ворота соперника». **Чабыу** – тюрлю-тюрлю узаклыкылагъа чабыу [7, с. 719] «бег на разные расстояния». В разных странах популярны разные виды коллективной спортивной игры **хоккей**. В спортивной лексике изучаемого языка основными считаются три вида хоккея: 1) бузда клюшка эм шайба бла ойналыгучу командалы спорт оюн «коллективная спортивная игра с помощью клюшки и шайбы на льду» (хоккей на льду с шайбой); 2) кырдыклы жерде гитче шар формалы пластик топчукъ бла эм клюшка бла, ойналыгучу командалы спорт оюн «коллективная спортивная игра на траве с помощью клюшки и маленького пластикового резинового мячика» (хоккей на траве); 3) бузда клюшка эм резин топчукъ бла ойналыгучу командалы спорт оюн «коллективная спортивная игра с помощью клюшки и резинового специального мячика на льду» (хоккей с мячом). Отличительной частью праздничных мероприятий до сих пор были и остаются конные виды спорта, разнообразные виды скачек (*ат чарииш*).

Как показывает проанализированный нами материал, термины спорта и физической культуры при переводе на исконный язык представляют определенные трудности. Анализ статей ряда словарей показывает, что не всегда можно найти соответствия при их описании в переводных и толковых словарях. Это связано с тем, что основная часть данной терминосистемы заимствована из других иноязычных языков. Например, слова из латинского языка: *арена, арбитр, дистанция* и др.; из греческого языка: *атлет, атлетика* и др.; из английского языка: *бокс, волейбол, баскетбол, гол, голкипер, допинг, пенальти, ринг, старт, теннис, раунд* и др.; из немецкого языка: *штанга, шайба, турнир* и др.; из французского языка: *арбитр, бассейн, бильярд, чемпион, бомбардир, приз* и др.; из японского языка: *айкидо, дзюдо, карате(э)*. Слово *кёкусинкай* закреплён в реестре видов спорта как «киокусинкай»; название ряда боевых дисциплин родом из Китая: *ушу, вин-чун* и др.; из корейского языка: *тхэквондо, хапкидо* и др. Уместно отметить, что имеют место случаи, когда слова (термины) русского языка не находят точных соответствий в карачаево-балкарском языке. Соответственно, заимствованные слова (термины) активно употребляются с теми же значениями, что в современном русском языке. Например: *поло* – игровой командный вид спорта; *самбо* – русское происхождение «самозащита без оружия», популярный вид спортивного единоборства; *бенди* – название хоккея с мячом на льду.

Проанализированные лексикографические источники свидетельствуют о том, что термины спорта и физической культуры не в полном объеме представлены в исследуемом языке, наименования многих новых видов спорта не нашли отражения в его словарях, что

является показателем неразработанности данной терминосистемы. Кроме того, не отражены названия таких популярных видов спорта, как гандбол, регби, боевое самбо, дзюдо и др., современных спортивных снарядов, инвентаря; некоторых видов соревнований, состязаний и др. Как показывает соответствующий фактологический материал, огромную часть спортивной терминосистемы составляют иноязычные слова (термины), где многие образовались путем буквального перевода соответствующих иноязычных, особенно западноевропейских и русских слов, т.е. путем калькирования. Необходимо подчеркнуть, что «в терминологии калькирование становится продуктивным способом перевода терминологических единиц с одного языка на другой, так как калька – по своей структуре ближе и более понятна носителям того языка, в котором она создается» [8, с. 115].

В спортивной терминосистеме карачаево-балкарского языка особую группу составляют полукальки – разновидность структурно-смысловых калек, в которых один из русских или иноязычных компонентов переводится на современный карачаево-балкарский язык, а другой заимствуется буквально или с адаптацией, то есть получаются частичные переводы с русского языка. Ср.: *тау лыжа спорт* «горно-лыжный спорт», *футбол майдан* «футбольное поле», *олимпиада оюнла* «олимпийские игры», *ачыкъ чемпионат* «открытый чемпионат», *физкультура-саулукъландырычу комплекс* «физкультурно-оздоровительный комплекс» и др.

При этом образованные таким способом спортивные термины представляют собой что-то среднее между заимствованными словами (прямыми полными заимствованиями) и полукальками. Они показывают субституции иноязычного материала и границы этих возможностей.

В иноязычный фонд спортивной терминосистемы входят и заимствованные слова (термины). «Исследуя проблему терминологии, лингвисты рассматривают заимствование как один из сложных способов усвоения слов и словосочетаний из других языков» [9, с. 95]. Как в русской спортивной терминологии, так и в карачаево-балкарской спортивной терминосистеме наблюдается интенсивное проникновение иноязычных заимствований, среди которых преобладают англицизмы. «Английские заимствования являются наиболее употребительными, и этот пласт постоянно пополняется новыми заимствованиями» [10, с. 79]. Появление и закрепление европейских заимствований мотивированы тем, что новые виды спорта становятся общими для многих языков мира. Подобные спортивные терминологические единицы иноязычного происхождения, вошедшие через русский язык в современный карачаево-балкарский, с теми же значениями, которые они имели в языке-источнике, и сохраняя их в языке-реципиенте активно используются в современных средствах массовой коммуникации (масс-медиа), в периодических изданиях (газетах, журналах) и в речи носителей языка. При этом особые проблемы в освоении заимствований составляют «термины-однодневки», которые идут в литературный язык через СМИ. Во-первых, они заимствуются карачаевцами и балкарцами в различных формах, во-вторых, не успевают лексикографироваться, войти в словники новых словарей, но через некоторое время возвращаются в язык газеты повторно. Их правописание в большинстве подчиняется русской орфографии. Однако следует учесть и степень изменчивости, динамичности спортивной терминосистемы изучаемого языка. «В связи с этим, с одной стороны, наблюдается явление трансформации данной терминосистемы, некоторые старые термины наполняются новым содержанием, являются основой для создания неологизмов» [11, с. 96]. С другой стороны, прослеживается и архаизация, связанная с тем, что некоторые виды спорта стали архаизмами и перешли в пассивный запас терминологической лексики карачаево-балкарского языка.

В часть спортивной терминосистемы исследуемого языка входят и судейские слова (термины), заимствованные без изменений из других языков. «Своеобразие этих обозначений в том, что они не выражают специальные понятия, выступают голосовыми командами, побуждающими к какому-либо определенному действию» [3, с. 73]. Общеизвестно, что во всех

спортивных соревнованиях и состязаниях судейство на ринге осуществляют судья (рефери), арбитр. Например, в боксе судья контролирует бой на ринге в соответствии с утвержденными правилами соревнований, но не оценивает его, а использует такие слова-команды (термины), как «*бокс*» – указание боксерам продолжить бой; «*брэк*» – указание разорвать взаимный захват; «*тайм*» – указание остановить время поединка; «*стоп*» – указание соперникам остановить бой и др. В популярной командной игре в футбол арбитр контролирует соблюдение правил во время игры. Кроме того, на каждый футбольный матч назначаются четыре судьи: главный, два помощника и резервный. Разные виды нарушений судьи фиксируют жестами (различными движениями рук), знаками, штрафными ударами, пенальти (11-метровый удар), а также предъявлением желтой карточки футболисту (за грубое нарушение, за споры с судьей), удалением или красной карточкой (за жестокие действия), используют свисток для остановки футбольного матча.

Следует отметить, что терминологизация общеупотребительных слов, т. е. переносное употребление обычных слов в качестве терминов, является одним из основных способов пополнения спортивной лексики исследуемого языка. В этой связи стоит обратить внимание на то, что многие слова современного карачаево-балкарского литературного языка, функционируя в профессиональной сфере общения, без особых изменений превращаются постепенно в спортивные слова (термины). Например: *гежеф* «*борец, силач*»; *кьол кьапла* «*перчатки*», перчатки для различных видов спорта; *ат, сьыз* «*кидать, бросок мяча (в баскетболе)*» и др. Этот процесс наблюдается и в других тюркских языках. А. Н. Шафоатов в своем исследовании пишет: «Современная терминология в готовом виде получает, использует слова, созданные в процессе многовекового развития, и превращает их в специальный термин» [12, с. 14].

У карачаевцев и балкарцев, как и у других тюркских народов, есть свои национальные игры. Описывая национальные игры и спорт карачаевского народа, Х. К. Байрамкулов отмечает, что «арсенал народных средств воспитания чрезвычайно богат, как безгранично богат и сам народный разум. Охотно гоняли мальчики самодельные мячи – деревянные шары, лучшими из которых считались изготовленные из гриба березы» [13, с. 297]. Условно их можно разделить на два вида: 1) обрядовые игры; 2) спортивно-развлекательные игры. Часто спортивные игры сопровождали известные календарные обряды, например: *сабан той* «*праздник пахоты*», *голлу* «*весенний обряд*» и др., по поводу которых устраивались различного рода состязания. Наиболее распространенными были: *тутуш* «*борьба*», *чабышыу* «*бег, состязания*», *садакь бла окь атыу* «*стрельба из лука*», *чарх оюн* / *тёнгереп келген ауур чархны уруп артха кьайтаргъан оюн* «*игра, заключающаяся в отбивании назад катящегося с горы колеса*»; *жип тартыу* «*перетягивание веревки*», *жау жипге ёрлеу* «*лазание по промасленному ремню из бычьей шкуры*», *кьол таиш атыу* «*метание камня*»; *ашыкь оюн* игра в «*альчики*» и др. Конные виды спорта были неотъемлемой частью праздников и торжеств.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резюмируя вышеизложенное, следует констатировать, что в спортивной терминологии исследуемого языка есть огромный пласт русской и иноязычной лексики, усвоенный через посредство русского языка. Из всех иноязычных языков английский имеет огромное влияние, что в свою очередь связано с тем, что родиной большинства новых видов спорта, как и старых, возникших в последние годы, являются англоязычные страны. В настоящее время под воздействием экстралингвистических и внутриязыковых факторов идет активный процесс проникновения новых спортивных слов (терминов) через посредство русского языка в терминологическую лексику современного карачаево-балкарского языка. При этом нужно

отметить, что формирование и развитие спортивной терминосистемы исследуемого языка происходит различными путями, в частности: 1) созданием новых терминов на базе имеющихся в карачаево-балкарском языке словообразовательных моделей; 2) семантическим переосмыслением слов и словосочетаний; 3) заимствованием и калькированием спортивных слов (терминов) из других языков.

В целом спортивная терминологическая система современного карачаево-балкарского языка еще до конца не устоялась, многие вопросы требуют дальнейшего изучения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кондрашкина С. И. Составные спортивные термины современного русского языка: автореф. дисс. ... канд. филол. наук. М., 1974. 19 с.
2. Логинова З. С. Англицизмы в спортивной терминологии русского языка: автореф. дисс. ... канд. филол. наук. Ташкент, 1978. 23 с.
3. Гуреева Е. И. Разновидности специальных обозначений в современной спортивной терминологии // Вестник Челябинского государственного университета. 2011. № 24(239). Вып. 37. С. 71–73. EDN: OXALKL
4. Бабюк М. И. Спорт и современная журналистика. Методические материалы по курсу. М.: МГУ, 2023. 44 с.
5. *Къарачай-малкъар тилни ангылатма сёзлюгю*. Юч томлукъ. 1 А-Ж. Нальчик: Эль-Фа, 1996. 1016 б.
6. *Къарачай-малкъар тилни ангылатма сёзлюгю*. Юч томлукъ. С-Я. Нальчик: Эль-Фа, 2005. 1157 б.
7. *Карачаево-балкарско-русский словарь*. М.: Русский язык, 1989. 832 с.
8. Махиева Л. Х. Калькирование – один из способов обогащения карачаево-балкарской терминологической лексики // Тенденции развития лексики и грамматики карачаево-балкарского языка. Сборник научных статей. Нальчик: Редакционно-издательский отдел ИГИ КБНЦ РАН, 2018. С. 111–118. EDN: YXIVZR
9. Улаков М. З., Махиева Л. Х. Отражение иноязычных слов (терминов) в новом переводном «Русско-карачаево-балкарском словаре» // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2019. № 5(91). С. 95–100. DOI: 10.35330/1991-6639-2019-5-91-95-100
10. Улаков М. З., Махиева Л. Х. Проблемы терминологии карачаево-балкарского языка. Нальчик: Редакционно-издательский отдел ИГИ КБНЦ РАН, 2019. 119 с. EDN: RFNNDJ
11. Махиева Л. Х. Семантическая трансформация терминологической лексики (на материале общественно-политической терминосистемы карачаево-балкарского языка) // Вестник Вятского государственного университета, 2017. № 9. С. 93–97. EDN: ZRIVSP
12. Шафатов А. Н. Таджикская спортивная терминология: автореф. дисс. ... канд. филол. наук. Душанбе, 2009. 24 с.
13. Байрамкулов Х. К. Карачаевцы. Историко-этнографический очерк. Черкесск: Карачаево-Черкесское отделение Ставропольского книжного издательства, 1978. 334 с.

### REFERENCES

1. Kondrashkina S.I. Compound sports terms of the modern Russian language: avtoref. diss. ... kand. filol. nauk. Moscow, 1974. 19 p. (In Russian)
2. Loginova Z.S. Anglicisms in sports terminology of the Russian language: avtoref. diss. ... kand. filol. nauk. Tashkent, 1978. 23 p. (In Russian)

3. Gureeva E.I. Varieties of special designations in modern sports terminology. *Bulletin of Chelyabinsk State University*. 2011. No. 24 (239). Vol. 37. Pp. 71–73. EDN: OXALKL. (In Russian)
4. Babyuk M.I. *Sport i sovremennaya zhurnalistika. Metodicheskiye materialy po kursu* [Sports and modern journalism. Teaching materials for the course]. Moscow: MGU, 2023. 44 p. (In Russian)
5. Karachay-malkar tilni angylatma sozlyugyu. Yuch tomluk. A-J. Nalchik: El-Fa, 1996. 1016 b. (In Balkar)
6. Karachay-malkar tilni angylatma sozlyugyu. Yuch tomluk. S-Ya. Nalchik: El-Fa, 2005. 1157 b. (In Balkar)
7. *Karachayevo-balkarsko-russkiy slovar'* [Karachay-Balkar-Russian dictionary]. Moscow: Russian language, 1989. 832 p. (In Russian)
8. Makhieva L.Kh. Calque is one of the ways to enrich the Karachay-Balkar terminological vocabulary. *Tendentsii razvitiya leksiki i grammatiki karachayevo-balkarskogo yazyka* [Rends in the development of vocabulary and grammar of the Karachay-Balkar language]: Collection of scientific articles. Nalchik: Redaktsionno-izdatel'skiy otdel IGI KBNTS RAN, 2018. Pp. 111–118. EDN: YXIVZR. (In Russian)
9. Ulakov M.Z., Makhieva L.Kh. Reflection of foreign words (terms) in the new translated “Russian-Karachai-Balkar Dictionary”. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2019. No. 5(91). Pp. 95–100. DOI: 10.35330/1991-6639-2019-5-91-95-100. (In Russian)
10. Ulakov M.Z., Makhieva L. Kh. *Problemy terminologii karachayevo-balkarskogo yazyka* [Problems of terminology of the Karachay-Balkar language]. Nalchik: Redaktsionno-izdatel'skiy otdel IGI KBNTS RAN, 2019. 119 p. EDN: RFNNDJ. (In Russian)
11. Makhieva L.Kh. Semantic transformation of terminological vocabulary (based on the socio-political terminological system of the Karachay-Balkarian language). *Vestnik Vyatskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Vyatka State University]. 2017. No. 9. Pp. 93–97. EDN: ZRIVSP. (In Russian)
12. Shafoatov A.N. Tajik sports terminology: avtoref. diss. ... kand. filol. nauk. Dushanbe, 2009. 24 p. (In Russian)
13. Bayramkulov H.K. *Karachayevtsy. Istoriko-etnograficheskiy ocherk* [Karachais. Historical and ethnographic essay]. Cherkessk: Karachaevo-Cherkesskoe otdelenie Stavropol'skogo knizhnogo izdatel'stva, 1978. 334 p. (In Russian)

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Funding.** The study was performed without external funding.

#### Информация об авторах

**Улаков Махти Зейтунович**, д-р филол. наук, советник генерального директора КБНЦ РАН, глав. науч. сотр. сектора карачаево-балкарского языка, Институт гуманитарных исследований – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;  
360000, Россия, г. Нальчик, ул. Пушкина, 18;  
maxtti@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5972-8472>, SPIN-код: 2697-4930

**Махиева Людмила Хамангериевна**, канд. филол. наук, доцент, зам. директора по науч. работе, вед. науч. сотр. сектора карачаево-балкарского языка, Институт гуманитарных исследований – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;  
360000, Россия, г. Нальчик, ул. Пушкина, 18;  
liudmila.makhiieva@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6186-0395>, SPIN-код: 3779-5112

#### **Information about the authors**

**Makhti Z. Ulakov**, Doctor of Philological Sciences, Advisor to the General Director of the KBSC of RAS, Chief Researcher of the Karachay-Balkar Language Sector, Institute of Humanitarian Researches – branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS;

360000, Russia, Nalchik, 18 Pushkin street;

maxtti@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5972-8472>, SPIN-code: 2697-4930

**Lyudmila Kh. Makhieva**, Candidate of Philological Sciences, Deputy Director for Research, Leading Researcher of the Karachay-Balkar Language Sector, Institute of Humanitarian Researches – branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 18 Pushkin street;

liudmila.makhiieva@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6186-0395>, SPIN-code: 3779-5112

## Хасану Шамсадиновичу Тарчокову – 85 лет



Хасан Шамсадинович Тарчоков – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания полевых культур Института сельского хозяйства – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук» (ИСХ КБНЦ РАН).

Х. Ш. Тарчоков родился 5 мая 1939 г., после окончания средней школы в с. В. Курп Терского района КБАССР начал трудовую деятельность учетчиком полеводческой бригады колхоза «40 лет Октября».

В 1966 г. окончил Кабардино-Балкарский государственный университет по специальности «ученый агроном» и был направлен на работу в Кабардино-Балкарскую государственную сельскохозяйственную опытную станцию (КБГСХОС).

Решением Ученого совета КБГСХОС научный сотрудник Х. Ш. Тарчоков в 1968 году был реко-

мендован на учебу в очную целевую аспирантуру Всероссийского НИИ лубяных культур. Успешно закончив аспирантуру, в 1974 году он защитил кандидатскую диссертацию по специальности «общее земледелие».

С 1980-го по 1986 г. Х. Ш. Тарчоков являлся членом Координационного совета по вопросам технологии возделывания гибридов кукурузы Всероссийского НИИ кукурузы в г. Днепропетровске.

По сей день Хасан Шамсадинович плодотворно трудится в ИСХ КБНЦ РАН, с его именем связано развитие и совершенствование агротехнологий в современном земледелии Кабардино-Балкарии, а также методов борьбы с сорными растениями на посевах основных полевых культур, таких как соя, подсолнечник, горох, кукуруза, пшеница в различных природно-климатических условиях республики. Имея огромный научный и практический опыт борьбы с сорной растительностью, Х. Ш. Тарчоков активно делится им с сельхозтоваропроизводителями республики, пропагандирует методы применения новых гербицидов и агротехнических приемов на посевах полевых культур, подавления сорняков и повышения урожайности.

Х. Ш. Тарчоков является автором более 150 научных работ, рекомендаций, методических указаний, а также 5 изобретений. Под его руководством защищены две кандидатские диссертации.

Хасан Шамсадинович и сегодня активно участвует в научной и общественной жизни института. Научная деятельность ученого признана академическим сообществом, неоднократно заслуженно высоко оценивалась почетными званиями и грамотами: медалью «Отличник земледелия КБАССР» (1976 г.), званиями «Ударник коммунистического труда» (1986 г.), «Ударник 11-й пятилетки» (1986 г.), медалью «Ветеран труда» (1990 г.), Почетной

грамотой Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (2004 г.), Почетной грамотой местной администрации Терского муниципального района КБР, Почетной грамотой КБНЦ РАН (2018 г.), Почетной грамотой Министерства образования и науки КБР, Почетной грамотой Парламента КБР, Памятной медалью «100-летие образования Кабардино-Балкарской Республики» (2022 г.).

Уважаемый Хасан Шамсадинович, коллектив КБНЦ РАН от всей души поздравляет Вас с 85-летним юбилеем! Присоединяемся ко всем добрым словам, которые сегодня звучат в Ваш адрес. Желаем крепкого здоровья, кавказского долголетия, счастья, удачи и исполнения желаний, чтобы жизнь была щедрой на все самое хорошее, светлое и доброе, чтобы все задуманное Вами непременно реализовалось и рядом всегда были те, кто Вас ценит, любит и уважает.

# ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫХ АВТОРАМИ В ЖУРНАЛ «ИЗВЕСТИЯ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН»

1. Журнал «Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН» публикует оригинальные научные, обзорные, аналитические статьи отечественных и зарубежных авторов, рецензии на книги и статьи, персоналии по следующим группам специальностей:

1.1. Математика и механика; 1.2. Компьютерные науки и информатика; 1.3. Физические науки; 1.6. Науки о Земле и окружающей среде; 2.3. Информационные технологии и телекоммуникации; 4.1. Агронимия, лесное и водное хозяйство; 4.2. Зоотехния и ветеринария; 5.2. Экономика; 5.4. Социология; 5.5. Политические науки; 5.6. Исторические науки; 5.9. Филология.

Журнал предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов, магистрантов, студентов. Периодичность – шесть выпусков в год. Журнал публикует статьи на русском и английском языках объемом не менее 8 и не более 20 страниц макетного формата (не менее 18 000 символов). Работы, превышающие объем, принимаются к публикации по специальному решению главного редактора журнала.

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по научным специальностям и соответствующим им отраслям науки (по состоянию на 15.02.2023, п. 1163):

группа специальностей 2.3. Информационные технологии и телекоммуникации:

2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки),

2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки),

2.3.7. Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования (физико-математические науки),

2.3.8. Информатика и информационные процессы (технические науки);

группа специальностей 4.1. Агронимия, лесное и водное хозяйство:

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки),

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки),

4.1.3. Агротехника, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки);

группа специальностей 5.2. Экономика:

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике (экономические науки),

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки),

5.2.6. Менеджмент (экономические науки).

2. К публикации в журнале «Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН» принимаются статьи, содержащие новые результаты. Статьи должны быть посвящены актуальным проблемам науки, содержать четкую постановку цели и задач исследования, строгую научную аргументацию, обобщения и выводы, представляющие интерес своей новизной, научной и практической значимостью. Журнал также публикует специальные выпуски, посвященные конференциям разного уровня по тематике журнала, обзорные статьи. Не допускается направление в редакцию статей, уже опубликованных или посланных на публикацию в другие журналы. Результаты иных авторов, использованные в статье, следует должным образом отразить в ссылках. Представляя статью в журнал, авторы обязаны выполнять все требования по оформлению.

3. Направляя статью в журнал, каждый из авторов подтверждает, что она соответствует наивысшим стандартам публикационной этики для авторов и соавторов, разработанным COPE (Committee on Publication Ethics), см. <http://publicationethics.org/about>. Всем статьям, опубликованным в журнале, присваиваются идентификаторы цифрового объекта (DOI) для лучшего поиска и идентификации. Поступающие в редакцию статьи проходят проверку на плагиат через систему *Антиплагиат* (<https://www.antiplagiat.ru>), для принятия они должны иметь не менее 75 % уникальности текста.

4. Принятые к публикации в журнале «Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН» статьи проходят двойное слепое рецензирование, редакционную подготовку, после чего макет направляется на корректуру. Окончательный вариант предоставляется автору на вычитку. Срок предоставления статьи на вычитку автору – 3 рабочих дня.

5. Полнотекстовые версии статей, публикуемых в журнале, размещаются в Интернете в свободном доступе на официальном сайте журнала <https://www.kbncran.ru/izvestiya-htm/>, на сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU, Научной электронной библиотеки «Киберленинка», в Российской государственной библиотеке, ВИНТИ, Google Scholar. Статьи по сельскому хозяйству размещаются в AGRIS. Статьи по математике, физике, информатике, математическому моделированию в экономике и по наукам о земле размещаются на Общероссийском математическом портале Math-Net.Ru [www.mathnet.ru](http://www.mathnet.ru) (<http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=izkab&optionlang=rus>). Срок размещения редакцией очередного номера журнала – в течение 3 месяцев с даты выхода в свет номера.

6. Публикации в журнале для сотрудников КБНЦ РАН бесплатные, для сторонних авторов – 500 руб. за страницу. Для рецензентов (не членов редколлегии) предусмотрены льготы для опубликования.

7. Требования к рукописи статьи.

Рукопись статьи подается вместе с сопроводительным письмом, подписанным всеми авторами статьи, в котором авторы в том числе подтверждают, что подаваемая в журнал статья ранее не была опубликована, а также не представлена для рассмотрения и публикации в другом журнале. Число и состав авторов после подачи статьи на рецензирование не меняются.

Материалы предоставляются в редакцию журнала по адресу: 360010, Россия, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2 или на электронную почту [ired07@mail.ru](mailto:ired07@mail.ru).

Все страницы, включая рисунки, таблицы и список литературы, следует пронумеровать (если в тексте только один рисунок или таблица, номера ставить не нужно).

В тексте статьи **обязательно** указывается:

- УДК <https://teacode.com/online/udc/>; ORCID; тип статьи (научная, обзорная, аналитическая,...); коды JEL (специальности: 5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике, 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика, 5.2.6. Менеджмент); AMS Subject Classification (по специальностям в областях математики, информатики, физики);

- название статьи на русском и английском языках;

- фамилия и инициалы автора (авторов) на русском и английском языках; электронная почта авторов (если несколько авторов, то указать \* автора, ответственного за переписку);

- полное официальное название учреждения с указанием полного почтового адреса на русском и английском языках, адрес электронной почты (E-mail) **организации**;

- аннотация на русском и английском языках – в ней четко должны отражаться актуальность, новизна, методика и результаты научного исследования, выводы, объем – 150–200 слов.

- ключевые слова на русском и английском языках – не более 10–15 слов;

- основной текст статьи (примерная схема): введение, цели и задачи исследования, методы исследования, результаты исследования, выводы (заключение);

- финансирование.

В аннотации и заключении не допускается использование громоздких формул, ссылок на текст работы или список литературы.

Сведения об авторах (на русском и английском языках): фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание, должность, название подразделения, полное название места работы (может быть более одного), рабочий адрес.

Для связи с редакцией – контактный телефон одного из авторов.

8. Список литературы должен содержать только ссылки на научные статьи (периодические журналы, монографии, труды конференций и т.д.), которые упоминаются в тексте работы, расположенные в порядке цитирования, не менее 15. Ссылки на неопубликованные работы, результаты которых используются в доказательствах, не допускаются. Недопустимо использование ссылок на авторефераты, диссертации, газеты, интернет-сайты журналов, электронные газеты. Список литературы печатается в конце статьи, оформляется в соответствии с правилами, предусмотренными журналом. Все остальные источники, использованные при написании статьи, выносятся в сноски в конце каждой страницы (при необходимости). В списке литературы необходимо указывать не менее 50 % от общего количества источников за последние 5 лет (как самого автора, так и сторонних авторов, работающих в данном направлении; в том числе зарубежных источников), не более 20 % ссылок на собственные работы. Исключение составляют статьи, которые посвящены исследованиям конкретных документов.

В списке литературы должны быть указаны источники по образцу:

• статья – Фамилия И. О. Название статьи // Название журнала. Год. Том. Номер. С. ...-... DOI...

• книга – Фамилия И. О. Название книги: монография. Город: Издательство, Год. ... с.

• коллективная монография – Фамилия И. О. Название книги / под ред. Фамилия И. О. Город: Издательство, Год. ... с.

• статья в сборнике конференций – Фамилия И. О. Название статьи // Название конференции: материалы конференции \* / Название организации. Город, Год. С. ...-... DOI...

• статья в электронном издании – Фамилия И. О. Название статьи [Электронный ресурс] // Название журнала, Год. Том. Номер. С. ...-... URL:... (дата обращения: число, месяц, год).

9. Список литературы **полностью** дублируется на **английском языке** независимо от того, имеются в нем иностранные источники или нет.

Пояснения по формированию списка литературы и References.

Если статья, на которую указывает ссылка, была переведена на английский язык и опубликована в английской версии журнала, необходимо указывать ссылку из переводного источника! Указания (учебное пособие, монография, перевод, количество томов и т.д.) в References можно опускать. При цитировании оригинального источника на английском языке в названии с прописной буквы пишется первое слово. В названии журнала пишется каждое полнозначное слово с прописной буквы.

Библиографические описания публикаций в References составляют в следующей последовательности:

**журнальная статья**

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Title of article. *Zaglavie journala* [Title of Journal]. Year. Vol. ... No. ...iss. ... Pp. ...-... DOI (In Russian);

в случае, если у журнала есть официальное название на английском языке, источник оформляется в таком виде:

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Title of article. *Title of Journal*. Year. Vol. ... No. ...iss. ... Pp. ...-... DOI (In Russian);

**монография, книга, глава из книги, препринт**

Author A.A., Author B.B., Author C.C. *Nazvanie* [Title of book]. Gorod: Izdanie. Year. Pages p. (In Russian);

#### **статья в материалах конференции**

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Title of paper. *Nazvanie konferensii*. Gorod, Organizacia. Year. Pages p. (In Russian);

#### **статья в электронном издании**

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Title of paper. *Nazvanie zhurnala*, Year, Pages p., available at: <http://...> (accessed Data Year).

Журнал «Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН» при оформлении руководствуется ГОСТ 7.0.7 – 2021, ГОСТ Р 7.0.12.

На сайте <http://www.translit.ru/> можно бесплатно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу. Для этого, выбрав вариант системы **Board of Geographic Names (BGN)**, получаем изображение всех буквенных соответствий.

#### 10. Требования к электронному носителю:

- к статье прилагается электронный вариант в формате Microsoft Office Word 2007, Windows XP, Windows 7, 10;

- статья должна быть набрана в формате А4 с полями: верхнее и нижнее – 2,0 см; левое – 2,5 см; правое – 2 см, шрифтом Times New Roman, размер 14, полуторный интервал;

- таблицы, алгоритмы, рисунки, схемы и т.п. должны быть редактируемые и выполнены в формате А4 книжной ориентации;

- формулы должны быть набраны в программе MathType, нумеровать следует те формулы, на которые есть ссылки в тексте статьи.

11. Решение о публикации или отклонении авторских материалов принимается редколлегией в соответствии с правилами рецензирования статей. Для экспертной оценки статей привлекаются ведущие специалисты по основным научным направлениям (рубрикам) выпуска журнала.

12. Редакция не вступает в дискуссию с авторами отклоненных материалов.

13. В каждом выпуске публикуется, как правило, не более одной статьи одного и того же автора. Решение о публикации более одного материала принимается редакционной коллегией и главным редактором журнала.

14. Статьи, оформленные без соблюдения указанных правил, не рассматриваются.

## **FORMATTING RULES FOR ARTICLES TO BE SUBMITTED BY AUTHORS TO THE JOURNAL "NEWS OF THE KABARDINO-BALKARIAN SCIENTIFIC CENTER OF RAS"**

1. The journal "News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS" publishes original scientific, review, analytical articles by domestic and foreign authors, reviews of books and articles, personalities in the following groups of specialties:

1.1. Mathematics and Mechanics; 1.2. Computer Science and Informatics; 1.3. Physical Sciences; 1.6. Earth and Environmental Sciences; 2.3. Information Technologies and Telecommunications; 4.1. Agronomy, Forestry and Water Management; 4.2. Zootechnics and Veterinary Medicine; 5.2. Economics; 5.4. Sociology; 5.5. Political Sciences; 5.6. Historical Sciences; 5.9. Philology.

The journal is intended for researchers, teachers, postgraduate students, undergraduates, students. Frequency – six issues per year. The journal publishes articles in Russian and English with a volume of no less than 8 and no more than 20 pages of the layout format (at least 18 000 characters). Papers exceeding that volume may be accepted for publication by special decision of the Editor-in-chief of the journal.

The journal is included in the List of peer-reviewed scientific publications in which the main scientific results of dissertations for the degree of Candidate of Science, for the degree of Doctor of Science in scientific specialties and their respective branches of science should be published (as of February 15, 2023, p. 1163):

group of specialties 2.3. Information technology and telecommunications:

2.3.1. System analysis, management and information processing (technical sciences),

2.3.3. Automation and control of technological processes and productions (technical sciences),

2.3.7. Computer modeling and design automation (physical and mathematical sciences),

2.3.8. Informatics and information processes (technical sciences);

group of specialties 4.1. Agronomy, forestry and water management:

4.1.1. General farming and crop production (agricultural sciences),

4.1.2. Breeding, seed production and plant biotechnology (agricultural sciences),

4.1.3. Agrochemistry, agrosoil science, plant protection and quarantine (agricultural sciences);

group of specialties 5.2. Economy:

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods in economics (economic sciences),

5.2.3. Regional and sectoral economics (economic sciences),

5.2.6. Management (economic sciences).

2. Articles are accepted for publication in the journal "News of the Kabardino-Balkarian scientific center of RAS" if they contain new results. Articles should be devoted to topical problems of science, contain a clear statement of the goal and objectives of the study, rigorous scientific argumentation, generalizations and conclusions that are of interest for their novelty, scientific and practical significance. The journal also publishes special issues devoted to conferences of various levels on the subjects of the journal, review articles. It is not allowed to send to the editorial office articles that have already been published or sent for publication to other journals. The results of other authors used in the article should be duly reflected in the references. Submitting an article to the journal, authors are obliged to fulfill all the requirements of the journal for their formatting.

3. By submitting an article to the journal, each author confirms that it meets the highest standards of publication ethics for authors and co-authors, developed by COPE (Committee on Publication Ethics), see <http://publicationethics.org/about>. All articles published in the journal are assigned digital object identifiers (DOIs) for better search and identification. Articles submitted to the editorial office are checked for plagiarism through the *Antiplagiat* system (<https://www.antiplagiat.ru>); for acceptance they must have at least 75 % of the uniqueness of the text.

4. Articles accepted for publication in the journal "News of the Kabardino-Balkarian scientific center of RAS" undergo double blind peer review, editorial preparation, after which the final layout is sent for correction. The final version is provided to the author for proofreading. The time period for submitting the article to the author for proofreading is 3 working days.

5. Full-text versions of articles published in the journal are posted on the Internet in free access on the official website of the Scientific Electronic Library eLIBRARY.RU, Scientific electronic library "Cyberleninka", in the Russian state library, VINITI, Google Scholar. Articles on agriculture are posted on AGRIS. Articles on mathematics, physics, computer science, mathematical modeling in economics and geosciences are posted on the All-Russian portal Math-Net.Ru [www.mathnet.ru](http://www.mathnet.ru) ([https://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=izkab&option\\_lang=eng](https://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=izkab&option_lang=eng)). The time for posting of the journal in the web must be within 3 months from the date of issue.

6. Publications in the journal for KBSC RAS employees are free, for outside authors – 500 rubles per page. For reviewers (not members of the editorial board) privileges for publication are provided.

7. Requirements for the manuscript of the article.

The manuscript of the article is submitted together with a covering letter signed by all authors of the article, in which the authors, among other things, confirm that the article submitted to the journal has not been previously published, and has not been submitted for consideration and publication in another journal. The number and composition of authors does not change after submitting an article for reviewing.

Materials are submitted to the Editorial and Publishing Department: 360010, Russia, Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, Balkarov street, 2, or email: [ired07@mail.ru](mailto:ired07@mail.ru).

All pages, including figures, tables and references, should be numbered (if there is only one figure or table, then no numbers are required).

The following indications in the text of the article are **mandatory**:

- UDC <https://teacode.com/online/udc/>; ORCID; type of article (scientific, review, analytical, ...); JEL codes (specialty 5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods in Economics, 5.2.3. Regional and sectoral economics, 5.2.6. Management); AMS Subject Classification (in the fields of mathematics, computer science, physics);

- the title of the article in Russian and English;

- surname and initials of the author(s) in Russian and English; e-mail of authors (if there are several authors, then indicate \* the author responsible for the contact correspondence);

- the full official name of the institution, indicating the full postal address in Russian and English, the electronic mail address (E-mail) of the **organization**;

- abstract in Russian and English – it should clearly reflect the novelty, relevance and methodology and results of scientific research, conclusions, volume is no more than 150–250 words;

- keywords in Russian and English – no more than 10–15 words;

- main text of the article (approximate scheme): introduction, goals and objectives of the research, research methods, research results, conclusions.

- financing.

The abstract and conclusion should not contain cumbersome formulas, references to the text of the work or the list of references.

Information about the authors (both in Russian and English): last name, first name, patronymic, academic degree, academic title, position, department name, full name of the place of work (there may be more than one), work address, contact phone number.

The contact phone number of one of the authors to contact the editorial office.

8. The list of references should contain only links to scientific articles (periodicals, monographs, conference proceedings, etc.) to which there are references in the text of the work, arranged in the order of citation, not less than 15. References to unpublished works, the results of which are used in the proofs, are not allowed. It is unacceptable to use links to abstracts, dissertations, newspapers, websites of journals, electronic newspapers. The list of references is printed at the end of the article, drawn up in accordance with the rules provided by the journal. All other sources used in the article are placed in footnotes at the end of each page (if necessary). At least 50% of the total number of sources in the list of references should be of the last 5 years (both the author's himself and other authors working in this direction as well as foreign sources) and not more than 20% references to own works. The exception is made for articles that are devoted to the study of specific documents.

In the list of references, sources should be indicated according to the sample:

- article – Surname and initials of the name and patronymic. Title of the article // Title of the journal. Year. Volume. Number. Pp. ... - ... DOI ...

- book – Surname and initials of the name and patronymic. Book title: monograph. City: Publisher, Year. ... p.

- collective monograph – Surname and initials of the name and patronymic. Title of the book. editor – Surname and initials of the name and patronymic. City: Publisher, Year. ... p.

- article in the collection of conference materials – Surname and initials of the name and patronymic. Title of the article // Title of the conference: materials of the conference \* / Name of the organization. City, Year. Pp. ... - ... DOI

- article in the electronic edition – Surname and initials of the name and patronymic, The title of the article [Electronic source] // Journal name, Year. Volume. Number. Pp.... -... URL:... (date of access: date, month, year).

9. The list of references is **fully** duplicated in **English**, regardless of whether it contains foreign sources or not.

Explanations on the formation of the list of literature and References.

If the article to which the reference points was translated into English and published in the English version of the journal, you must provide the link from the translated source! Descriptions (tutorial, monograph, translation, number of volumes, etc.) in References may be omitted. When citing an original source in English, the first word is capitalized in the title. Each full-valued word is capitalized in the title of the journal.

Bibliographic descriptions of publications in References are in the following sequence:

**journal article**

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Title of article. *Zaglavie jurnala* [Title of Journal]. Year. Vol. ... No. ...iss. ... Pp. ...-... DOI (In Russian);

if the journal has an official name in English, then the reference is formatted in the following way:

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Title of article. *Title of Journal*. Year. Vol. ... No. ...iss. ... Pp. ...-... DOI (In Russian);

**monograph, book, chapter from a book, preprint**

Author A.A., Author B.B., Author C.C. *Nazvanie* [Title of book]. Gorod [City], Izdanie [Publisher]. Year. Pages p. (In Russian);

### **article in conference materials**

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Nazvanie [Title of paper]. *Nazvanie konferensii* [Title of the conference]. Gorod [City], Organizacia [Organization]. Year. Pages p. (In Russian);

### **article in electronic edition**

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Title of paper. *Nazvanie zhurnala*, Year, Pages p., available at: [http:...](http://...) (accessed Data Year).

The journal «News of the Kabardino-Balkarian scientific center of RAS» is formatted according to State Standard GOST 7.0.7 – 2021, GOST R 7.0.12.

On the site <http://www.translit.ru/> you can use the program of transliteration of the Russian text into the Latin alphabet for free. For this, choosing the option of the **Board of Geographic Names (BGN)** system, one can get an image of all letter matches.

#### 10. Requirements for electronic media:

- an electronic version in the format of Microsoft Office Word 2007, Windows XP, Windows 7, 10 is attached to the article;
- the article should be typed in A4 format with margins: top and bottom – 2.0 cm; left – 2.5 cm; right – 2 cm, the article should be typed in Times New Roman, size 14, one and a half spacing;
- editable tables, algorithms, figures, diagrams, etc. must be in A4 format, portrait orientation;
- Equations must be typed using the MathType program and equations that are referenced in the text should be numbered.

11. The decision to publish or reject author(s) materials is made by the editorial board in accordance with the rules for reviewing articles. Leading experts in the main scientific directions (headings) of the journal are involved in the expert assessment of the articles.

12. The editorial office does not enter into discussions with the authors of the rejected materials.

13. As a rule no more than one article by one and the same author is published in an issue. The decision to publish more than one material is made by the editorial board and the chief editor of the journal.

14. Articles violating these formatting rules are not considered.

Научный журнал

**ИЗВЕСТИЯ  
КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО  
НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН**

**Том 26 № 3 2024**

Сквозной номер выпуска – 119

Журнал входит в «Перечень рецензируемых научных изданий,  
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций  
на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук»

Зав. редакционно-издательским отделом КБНЦ РАН – *А. М. Бейтуганова*

Компьютерная верстка – *А. И. Токова*

Техническое редактирование – *А. И. Токова*

Корректор – *Л. Б. Канукова*

Перевод – *Д. Г. Макоева*

ISSN 1991-6639



9 771991 663000 >

---

Подписано в печать 20.06.2024 г. Дата выхода в свет: 28.06.2024 г.

Формат бумаги 60x84 1/8. Бумага офсетная.

Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 18.6. Тираж 300 экз.

Цена свободная

---

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-14936 от 20 марта 2003 г. выдано Министерством  
Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций

Учредитель: Кабардино-Балкарский научный центр РАН

---

Адрес редакции и издателя: 360010, КБР, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2

Отпечатано в редакционно-издательском отделе КБНЦ РАН по адресу:  
360010, КБР, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2

ISSN 1991-6639



9 771991 663000 >



DOI: 10.35330/1991-6639  
Подписной индекс 20145