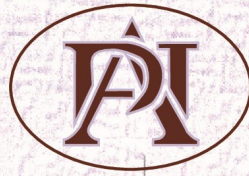


Print ISSN 1991-6639  
Online ISSN 2949-1940

Том 26 № 1



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 № 1 2024**

Сквозной номер выпуска – 117

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. 1 2024**

Continuous issue number – 117

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 № 1 2024*

---

---

|                                           |   |
|-------------------------------------------|---|
| <b><u>Редакционная коллегия</u></b> ..... | 5 |
|-------------------------------------------|---|

---

### **Информационные технологии и телекоммуникации**

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

|                                                                                                                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Онтолого-ориентированная информационная система верификации<br>формализованных документов<br><i>И. Ю. БАЛАШОВА, Е. А. ДЗЮБА, Н. А. ПОПОВА</i> .....                                                                 | 11 |
| Информационное обеспечение процессов управления качеством продукции<br>из многокомпонентных эластомерных композитов<br><i>А. С. КУЗНЕЦОВ</i> .....                                                                  | 21 |
| Методы решения задачи локализации iOS-приложений<br><i>А. Е. НАУМЕНКО</i> .....                                                                                                                                     | 29 |
| Разработка подхода к обеспечению информационной безопасности<br>в веб-ориентированных информационных системах при передаче данных<br>с использованием интерфейса Web Cryptography API<br><i>М. В. СТУПИНА</i> ..... | 39 |

---

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

#### **Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений**

|                                                                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Совершенствование химической защиты посевов кукурузы путем разработки<br>универсальных сельскохозяйственных роботов<br><i>В. М. ШУГАНОВ</i> ..... | 48 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

---

### **Экономика**

#### **Региональная и отраслевая экономика**

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Внешнеэкономическая политика Китая: торговые инструменты<br><i>С. В. ТИЩЕНКО</i> ..... | 59 |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|

---

### **Математика и механика**

|                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Краевая задача для нагруженного параболического уравнения<br>дробного порядка<br><i>М. М. КАРМОКОВ, Ф. М. НАХУШЕВА, М. Х. АБРЕГОВ</i> ..... | 69 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

---

## **Исторические науки**

Экстерриториальный принцип деятельности горских словесных судов  
Терской области в 1871–1918 гг.

*М. А. ХАГАЖЕЕВ* .....78

---

## **Юбиляры**

*Х. А. МАЛКАНДУЕВ* .....87

---

**Правила для авторов журнала** .....89

---

---

## CONTENTS

---

---

*News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS Vol. 26 No. 1 2024*

---

---

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

---

### **Information Technologies and Telecommunications**

#### **Informatics and information processes**

|                                                                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ontology-oriented information system for verification<br>of formalized documents<br><i>I.Yu. BALASHOVA, E.A. DZYUBA, N.A. POPOVA</i> .....                                                      | 11 |
| Information support for quality management processes of products<br>from multi-component elastomer composites<br><i>A.S. KUZNETSOV</i> .....                                                    | 21 |
| Methods for solving iOS applications localization task<br><i>A.E. NAUMENKO</i> .....                                                                                                            | 29 |
| Development of an approach to ensuring information security<br>in web-based information systems when transferring data using<br>the Web Cryptography API interface<br><i>M.V. STUPINA</i> ..... | 39 |

---

### **Agronomy, Forestry and Water management**

#### **Agrochemistry, agrosoil science, plant protection and quarantine**

|                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Improving the chemical protection of corn crops by developing<br>universal agricultural robots<br><i>V.M. SHUGANOV</i> ..... | 48 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

---

### **Economy**

#### **Regional and sectoral economics**

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| China's foreign economic policy: trading instruments<br><i>S.V. TISHCHENKO</i> ..... | 59 |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|

---

### **Mathematics and Mechanics**

|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Boundary value problem for loaded parabolic equations<br>of fractional order<br><i>M.M. KARMOKOV, F.M. NAKHUSHEVA, M.Kh. ABREGOV</i> ..... | 69 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

---

**Historical sciences**

The extraterritorial principle of the activity of the mountain verbal courts  
of the Terek region in 1871–1918  
*M.A. KHAGAZHEEV* .....78

---

**Anniversaries**

*Kh.A. MALKANDUEV*.....87

---

**Publishing regulations for the authors** .....89

---

---

---

---

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

**Гукеев 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

**Кусраев 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 «Агронауцсервис», 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. Dзамikhov**, 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. Pustovoi, 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. Chochaev**, Doctor of Economics, Professor, Federal State Unitary Enterprise “Agronauchservis”, Moscow, Russia

**Anatoly F. Shevkhezhev**, 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

## Онтолого-ориентированная информационная система верификации формализованных документов

И. Ю. Балашова, Е. А. Дзюба, Н. А. Попова

Пензенский государственный университет  
440026, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40

**Аннотация.** В работе поднимается проблема повышения эффективности обработки документов, подаваемых в налоговый орган при государственной регистрации предпринимательской деятельности, путем сокращения времени обработки документов за счет автоматизации процесса верификации. Актуальность исследования обусловлена значительным количеством рутинных операций, выполняемых специалистами налогового органа вручную, а также большим объемом входящих документов. В статье рассмотрен процесс обработки документов, подаваемых в налоговый орган при регистрации различных форм для ведения предпринимательской деятельности. На основе проведенного исследования обоснована целесообразность разработки программных средств автоматизированной верификации документов. Выделены особенности данной задачи, требующие использования онтологического подхода к представлению данных. Описана онтология формализованного документа и правил его верификации. Предложен алгоритм верификации документов в рамках построенной онтологической модели. Описана архитектура информационной системы, включающая метаданные, сервер приложения и приложение пользователя. Уровень метаданных представлен совокупностью онтологий, построенных на основе разработанной онтологической модели. Разработана информационная система, обеспечивающая поддержку онтологий, а также автоматизированную верификацию документов. Представлены результаты автоматизированной обработки документов с использованием разработанной системы, подтверждающие снижение временных затрат на верификацию документов.

**Ключевые слова:** верификация, онтология, семантическая интеграция данных, обработка документов

Поступила 16.01.2024, одобрена после рецензирования 07.02.2024, принята к публикации 09.02.2024

**Для цитирования.** Балашова И. Ю., Дзюба Е. А., Попова Н. А. Онтолого-ориентированная информационная система верификации формализованных документов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 1. С. 11–20. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-1-11-20

MSC: 68U35

Original article

## Ontology-oriented information system for verification of formalized documents

I.Yu. Balashova, E.A. Dzyuba, N.A. Popova

Penza State University  
440026, Russia, Penza, 40 Krasnaya street

**Abstract.** The paper raises the problem of improving the efficiency of processing documents submitted to the tax authority during the state registration of entrepreneurial activity by reducing the time of document processing through the automation of the verification process. The relevance of the study is due to a

significant number of routine operations performed manually by specialists of the tax authority, as well as a large volume of income documents. The article considers the process of processing documents submitted to the tax authority when registering various forms for business activities. On the basis of the conducted research the expediency of development of software tools for automated verification of documents is substantiated. The peculiarities of this task requiring the use of ontological approach to data representation are highlighted. The ontology of a formalized document and the rules of its verification are described. An algorithm of document verification within the framework of the constructed ontological model is proposed. The architecture of information system including metadata, application server and user application is described. The metadata layer is represented by a set of ontologies built on the basis of the developed ontology model. An information system providing support for ontologies as well as automated document verification is developed. The results of automated document processing using the developed system are presented, confirming the reduction of time costs for verification of documents.

**Keywords:** verification, ontology, semantic data integration, document processing

Submitted 16.01.2024,

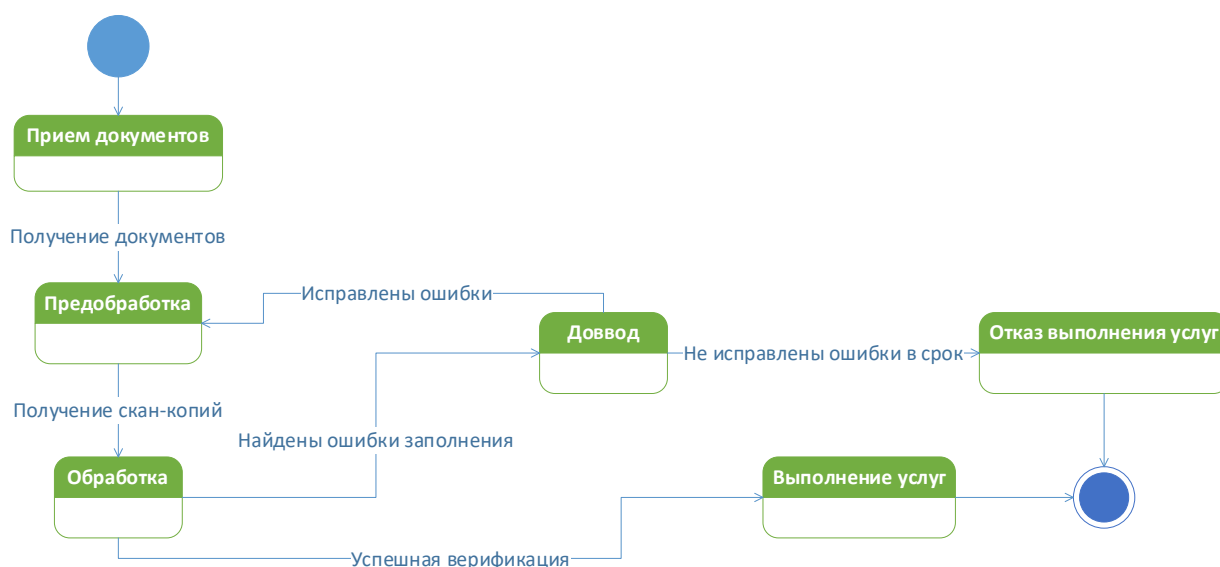
approved after reviewing 07.02.2024,

accepted for publication 09.02.2024

**For citation.** Balashova I.Yu., Dzyuba E.A., Popova N.A. Ontology-oriented information system for verification of formalized documents. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. Vol. 26. No. 1. Pp. 11–20. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-1-11-20

## ВВЕДЕНИЕ

Государственная регистрация является обязательным условием для осуществления предпринимательской деятельности и осуществляется в строго предусмотренном законом порядке органами исполнительной власти, ответственными за регистрацию субъектов предпринимательской деятельности [1]. При регистрации бизнеса в налоговую службу подается установленный законом пакет документов. В налоговой службе документы проходят поэтапную проверку (рис. 1).



**Рис. 1.** Состояния обработки документов, подаваемых при регистрации бизнеса

**Fig. 1.** State of processing documents that are submitted during business registration

Время обработки документов – один из важнейших количественных показателей эффективности документооборота. Верификация – ключевая операция, которая осуществ-

ляется на различных этапах обработки поданного пакета документов. В случае электронной подачи документов частичный контроль за заполнением документов обеспечивается специальным интернет-сервисом Федеральной налоговой службы «Государственная онлайн-регистрация бизнеса». Электронное взаимодействие заявителей и регистрирующего органа повышает эффективность выполнения налоговым органом его функций за счет упрощения и доступности процедуры регистрации для субъектов предпринимательства [2].

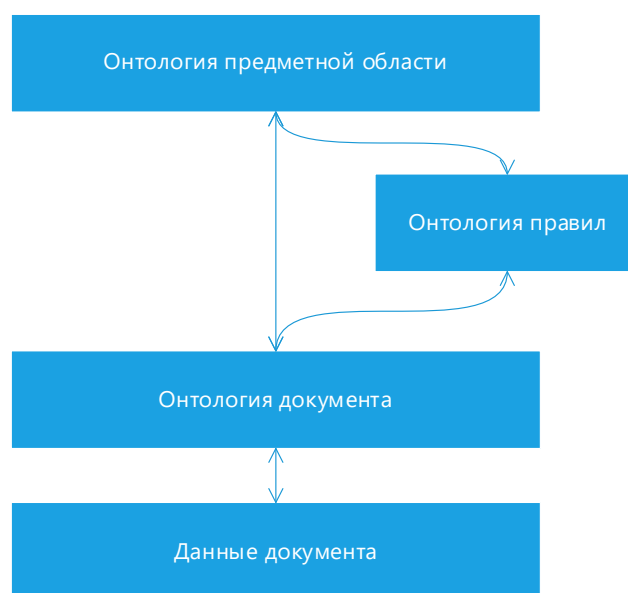
При подаче документов в бумажном виде верификация выполняется специалистами службы, при этом данный процесс автоматизирован лишь частично.

Часто задачи верификации на различных этапах существенно различаются, в результате чего верификация одного типа может выполняться неоднократно и занимать при этом значительное время. Автоматизация верификации позволит решить проблему распределения и перекрытия всех типов верификации, сократить время, затрачиваемое специалистом на данном этапе проверки документов, тем самым повысить эффективность процесса государственной регистрации предпринимательской деятельности.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для повышения эффективности предлагается метод верификации документов, подаваемых при государственной регистрации юридических лиц (ЮЛ) и индивидуальных предпринимателей (ИП), основанный на онтологическом подходе к представлению метаданных. Документы для регистрации ЮЛ и ИП относятся к формализованным документам и имеют четко определенную форму и структуру, утвержденную ФНС России. В электронном виде такие документы представляются в формате XML. Обеспечить поддержку унифицированного представления данных с учетом их семантических свойств позволяет использование онтологии в качестве модели данных [3]. Онтологический подход обеспечивает высокую гибкость моделирования посредством использования стека семантических технологий [4]. Семантические технологии позволяют создавать модели, которые могут быть легко адаптированы к различным ситуациям и требованиям. Также обеспечивается возможность автоматического анализа и обработки данных, что дает возможность автоматически извлекать информацию из базы знаний и применять алгоритмы и инструменты для анализа, классификации и принятия решений.

Управление документами включает в себя также управление метаданными. Использование XML-описания метаданных позволяет включить метаинформацию, несущую машинопонимаемую семантику, в представление данных [5]. XML делает данные более понятными и легко интерпретируемыми для программного обеспечения за счет описания метаинформации в иерархической и структурированной форме. Также XML является широко поддерживаемым форматом, что обеспечивает совместимость и переносимость метаинформации между разными приложениями и платформами. Подобный подход часто используется для построения онтологий при разработке семантически-ориентированных программных систем [6–10]. Выделение данных о документе и его содержимом в онтологию метаданных (рис. 2) позволит организовать автоматическую верификацию формализованного документа.



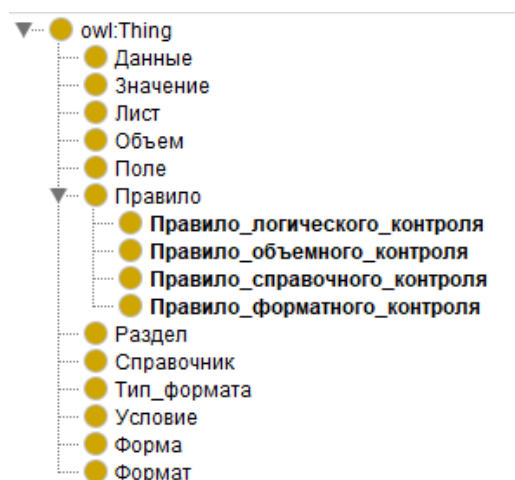
**Рис. 2.** Многоуровневое представление метаданных документа

**Fig. 2.** Multilayered representation of document metadata

В метаданных должны присутствовать структурные описания документов, а также правила их верификации, соответствующие различным видам контроля.

#### ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДОКУМЕНТА И АЛГОРИТМ ВЕРИФИКАЦИИ

Построена онтология документа, фрагмент которой представлен на рисунке 3. Совокупность реквизитов, идентифицирующих документ, представлена классом «Форма». Структурные части документа выделены классами «Лист», «Раздел» и «Поле». Условия формирования значения полей заданы классом «Условие». Класс «Данные» описывает совокупность внесенных в документ данных. Критерии заполнения данными структурных единиц документа содержатся в классе «Объем». Класс «Правило» содержит множество правил верификации. Его подклассы соответствуют группам правил, применяемых при различных видах контроля: форматного, логического, справочного и объемного. Класс «Справочник» содержит пути к справочной информации, предназначенной для верификации значений полей документа.



**Рис. 3.** Фрагмент иерархии классов онтологии «Документ»

**Fig. 3.** Fragment of class hierarchy of the ontology "Document"

Определен набор  $R = \{r_i \mid i = \overline{1, n}\}$  свойств онтологии. Описание важнейших из них представлено в таблице 1.

**Таблица 1.** Свойства онтологии

**Table 1.** Ontology properties

| $r_i$ | Семантика                       | Домен свойства                       | Диапазон значений свойства                                                                                                | Описание                                                                                        |
|-------|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $r_1$ | «включает»                      | Форма                                | Лист                                                                                                                      | Свойство описывает структурную топологию документа                                              |
|       |                                 | Лист                                 | Раздел                                                                                                                    |                                                                                                 |
|       |                                 | Раздел                               | Поле                                                                                                                      |                                                                                                 |
| $r_2$ | «заполняется согласно правилу»  | Лист<br>Поле<br>Раздел<br>Форма      | Правило                                                                                                                   | Свойство определяет совокупность правил заполнения соответствующих структурных единиц документа |
| $r_3$ | «является правилом вида»        | Правило                              | Правило форматного контроля<br>Правило логического контроля<br>Правило справочного контроля<br>Правило объемного контроля | Свойство устанавливает принадлежность правила к соответствующему виду                           |
| $r_4$ | «определяет формат»             | Правило форматного контроля          | Тип формата                                                                                                               | Свойство описывает характеристическое свойство правила форматного контроля                      |
| $r_5$ | «определяет условие»            | Правило логического контроля         | Значение                                                                                                                  | Свойство описывает характеристические свойства правила логического контроля                     |
|       |                                 | Правило логического контроля         | Условие                                                                                                                   |                                                                                                 |
| $r_6$ | «верифицируется по справочнику» | Правило справочного контроля         | Справочник                                                                                                                | Свойство описывает характеристическое свойство правила справочного контроля                     |
| $r_7$ | «должен быть заполнен»          | Лист<br>Поле<br>Правило ОК<br>Раздел | Объем                                                                                                                     | Свойство задает требование заполнения структурных единиц документа                              |

На классах «Правило» и «Форма» онтологии задана функция  $w$  – «являться правилом формы», отражающая связь правила и его компонент с заданной формой. В синтаксисе дескрипционной логики ALC (от англ. *attributive language with complement*) функция  $w$  имеет вид:

$$I_{\text{ПР}} w I_{\text{ФРМ}} : ((I_{\text{ПР}r_3} I_{\text{ФК}}) \sqcap (I_{\text{ФК}r_4} I_{\text{ФТ}})) \sqcup ((I_{\text{ПР}r_3} I_{\text{ЛК}}) \sqcup (I_{\text{ЛК}r_5} I_{\text{УСЛ}})) \sqcup$$

$$((I_{\text{ПР}r_3} I_{\text{ЛК}}) \sqcup (I_{\text{ЛК}r_5} I_{\text{ЗНЧ}})) \sqcup ((I_{\text{ПР}r_3} I_{\text{СК}}) \sqcup (I_{\text{СК}r_6} I_{\text{СПР}})) \sqcup$$

$$((I_{\text{ПР}r_3} I_{\text{ОК}}) \sqcap (I_{\text{ОК}r_7} I_{\text{ОБМ}})) \sqcap ((I_{\text{ПОЛЕ}r_2} I_{\text{ПР}}) \sqcap (I_{\text{ПОЛЕ}r_1} I_{\text{РЗДЛ}}) \sqcap (I_{\text{РЗДЛ}r_1} I_{\text{ЛСТ}}) \sqcap (I_{\text{ЛСТ}r_1} I_{\text{ФРМ}})),$$

где  $I_{\text{ПР}}$ : «Правило»;  $I_{\text{ФРМ}}$ : «Форма»;  $I_{\text{ФК}}$ : «Правило форматного контроля»;  $I_{\text{ФТ}}$ : «Формат»;  $I_{\text{ЛК}}$ : «Правило логического контроля»;  $I_{\text{УСЛ}}$ : «Условие»;  $I_{\text{ЗНЧ}}$ : «Значение»;  $I_{\text{СК}}$ : «Правило справочного контроля»;  $I_{\text{СПР}}$ : «Справочник»;  $I_{\text{ОК}}$ : «Правило ОК»;  $I_{\text{ОБМ}}$ : «Объем»;  $I_{\text{ПОЛЕ}}$ : «Поле»;  $I_{\text{РЗДЛ}}$ : «Раздел»;  $I_{\text{ЛСТ}}$ : «Лист».

Функция  $w$  определяет правило верификации поля документа заданной формы.

Разработан алгоритм верификации на основе представленной онтологической модели, последовательность реализации которой включает следующие шаги:

Шаг 1 – определение формы верифицируемого документа на основе метаданных онтологии.

Шаг 2 – построение набора правил для каждого структурного элемента формы.

Шаг 3 – получение данных о значении структурного элемента загруженного документа по тега, определенным в онтологии документа.

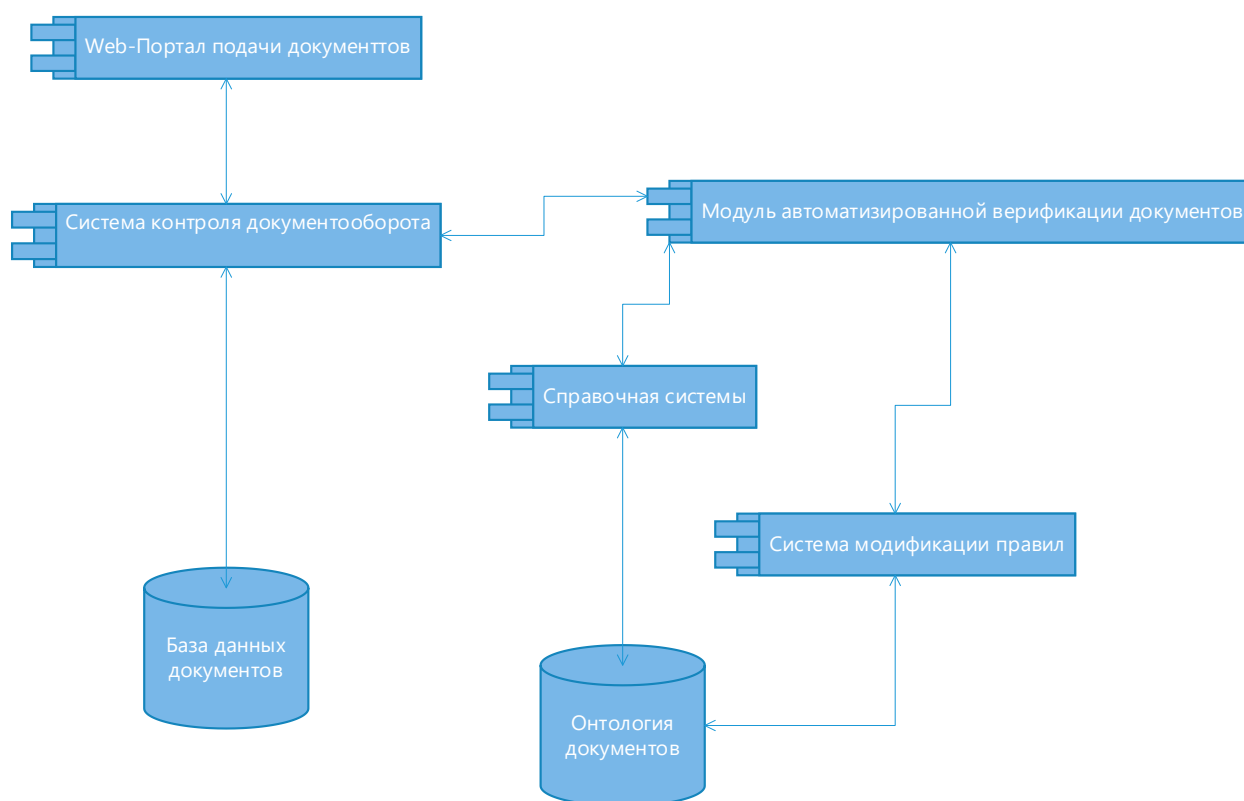
Шаг 4 – оценка соответствия полученного значения правилам верификации.

Шаг 5 – подсчет количества и анализ типа выявленных ошибок.

По результатам выполнения процедуры разбора составляется отчет, в котором сохраняются основные ошибки в документе по всем видам контроля.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

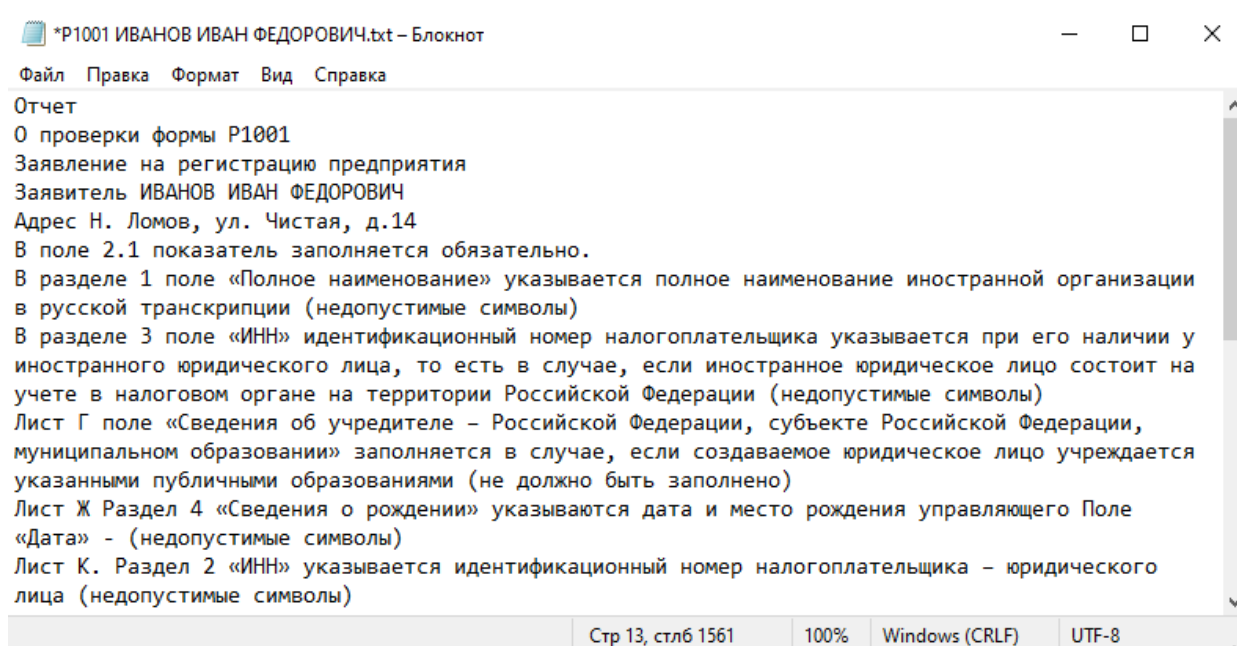
Предложенный метод реализован в виде системы автоматизированной верификации документов. Архитектура разработки состоит из трех уровней: метаданные, сервер, приложение пользователя. Уровень метаданных включает совокупность онтологий, описывающих документы и правила их верификации. Структура системы приведена на рисунке 4.



**Рис. 4.** Структура среды информационной системы

**Fig. 4.** Structure of the information system environment

Загрузка проверяемого файла происходит в верификаторе, в состав которого входят библиотеки, производящие разбор документа. По результатам работы верификатора осуществляется построение отчета (рис. 5).



*Рис. 5. Фрагмент отчета о результатах верификации документа*

*Fig. 5. Fragment of the report on the results of document verification*

Наличие ошибок является основанием решения об отказе в рассмотрении документов.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Проведен анализ времени, затрачиваемого на верификацию документов вручную и с помощью разработанной системы. Для этого в отделе налогового органа собрана статистика времени проверки документов за рабочую неделю (табл. 2).

**Таблица 2.** Среднее время проверки документов вручную

**Table 2.** Average time for checking an application for registration in manual mode

| Показатель                        | Пн   | Вт | Ср | Чт | Пт   | В среднем за неделю |
|-----------------------------------|------|----|----|----|------|---------------------|
| Количество проверенных форм (шт.) | 7    | 11 | 5  | 6  | 8    | 7,4                 |
| Среднее время проверки (мин.)     | 68,5 | 80 | 48 | 67 | 81,5 | 69                  |

При подключении программных средств время проверки сократилось почти на 50 % (табл. 3).

**Таблица 3.** Среднее время проверки документов в информационной системе

**Table 3.** Average time for verification of an application for registration in the information system

| Показатель                        | Пн | Вт   | Ср   | Чт | Пт   | В среднем за неделю |
|-----------------------------------|----|------|------|----|------|---------------------|
| Количество проверенных форм (шт.) | 15 | 17   | 14   | 12 | 14   | 14,4                |
| Среднее время проверки (мин.)     | 32 | 28,2 | 34,2 | 40 | 34,2 | 33,7                |

Как видно, количество проверенных форм при этом возросло почти в два раза.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование разработанной системы в работе налоговой службы позволяет сократить материальные и временные затраты на верификацию документов при регистрации юридических лиц и ИП, что способствует повышению эффективности данной процедуры. Построенная онтологическая модель и процедура верификации могут быть расширены, что обеспечивает легкость внесения модификаций в форму или правила верификации при их изменении уполномоченным органом. Полученные результаты применимы в теоретических и практических исследованиях, связанных с разработкой систем верификации структурированных электронных документов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зорина Е. А. Государственная регистрация юридических лиц в РФ: административно-правовой статус субъектов предпринимательской деятельности как стороны регистрационного производства // Человек: преступление и наказание. 2013. № 4(83). С. 125–127.
2. Трофимова Е. В. Электронная легитимация и взаимодействие субъектов предпринимательства с регистрирующими (налоговыми) органами // Вестник Университета имени О. Е. Кутафина (МГЮА). 2020. № 7(71). С. 29–36. DOI:10.17803/2311-5998.2020.71.7.029-036
3. Максимов Н. В., Лебедев А. А. Онтологическая система «знания-деятельность» // Онтология проектирования. 2021. Т. 11. № 2(40). С. 185–211. DOI: 10.18287/2223-9537-2021-11-2-185-211
4. Волчек Д. Г., Романов А. А. Создание и обучение онтологий на основе анализа контекста и метаданных слабоструктурированного контента // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020. Т. 10. № 1-1. С. 303–312. DOI: 10.34670/AR.2020.91.1.033
5. Воробьев В. И., Монахова Т. В. Методы защиты метаданных в формате XML // Онтология проектирования. 2018. Т. 8. № 2(28). С. 253–264. DOI: 10.18287/2223-9537-2018-8-2-253-264
6. Половикова О. Н. Анализ XML-подхода для описания метаданных и онтологий в Semantic Web // Известия Алтайского государственного университета. 2014. № 1-2(81). С. 119–123. DOI: 10.14258/izvasu(2014)1.2-19
7. Воробьев В. И., Солдаткина А. А. Метод онтологического анализа web-ресурса на основе метаданных // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2018. № 3(72). С. 43–58. DOI: 10.17212/1814-1196-2018-3-43-58
8. Щекин А. В. Особенности наследования информации в задачах интеграции систем технической подготовки производства // Онтология проектирования. 2020. Т. 10. № 2(36). С. 201–217. DOI: 10.18287/2223-9537-2020-10-2-201-217
9. Муромцев Д. И., Волчек Д. Г., Романов А. А. Индустриальные графы знаний – интеллектуальное ядро цифровой экономики // Control Engineering Россия. 2019. № 5(83). С. 32–39.
10. Shachnev D. A. Searching for activity results and experts in a given subject area, taking results significance into account // Programmnaya Ingeneria. 2021. Vol. 12. No. 5. Pp. 260–266. DOI: 10.17587/prin.12.260-266

## REFERENCES

1. Zorina E.A. State registration of legal entities in the russian federation: administrative and legal status of business entities as the parts of registration production. *Chelovek: prestuplenie i nakazanie* [Man: crime and punishment]. 2013. No. 4(83). Pp. 125–127. (In Russian)

2. Trofimova E.V. Electronic legitimation and interaction of entrepreneurs with registration (tax) authority. *Courier of the Kutafin Moscow State Law University (MSAL)*. 2020. No. 7(71). Pp. 29–36. DOI: 10.17803/2311-5998.2020.71.7.029-036. (In Russian)
3. Maksimov N.V., Lebedev A.A. Ontological system “knowledge-activity”. *Ontology of designing*. 2021. Vol. 11. No. 2(40). Pp. 185–211. DOI: 10.18287/2223-9537-2021-11-2-185-211. (In Russian)
4. Volchek D.G., Romanov A.A. Creation and training of ontologies based on the analysis of context and metadata of poorly structured content. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: yesterday, today, tomorrow]. 2020. Vol. 10. No. 1-1. Pp. 303–312. DOI: 10.34670/AR.2020.91.1.033. (In Russian)
5. Vorobiev V.I., Monakhova T.V. Protection of metadata in xml format. *Ontology of designing*. 2018. Vol. 8. No. 2(28). Pp. 253–264. DOI: 10.18287/2223-9537-2018-8-2-253-264. (In Russian)
6. Polovikova O.N. Analysis of XML-based approach to description of semantic web metadata and ontologies. *Izvestiya Altayskogo gosudarstvennogo universiteta* [News of Altai State University]. 2014. No. 1-2(81). Pp. 119–123. DOI: 10.14258/izvasu(2014)1.2-19. (In Russian)
7. Vorobev V.I., Soldatkina A.A. Method of ontological analysis of a web-resource based on metadata. *Science Bulletin of the Novosibirsk State Technical University*. 2018. № 3(72). Pp. 43–58. DOI: 10.17212/1814-1196-2018-3-43-58. (In Russian)
8. Shchekin A.V. The specifics of information inheritance in cad/cam-integration. *Ontology of designing*. 2020. Vol. 10. No. 2(36). Pp. 201–217. DOI: 10.18287/2223-9537-2020-10-2-201-217. (In Russian)
9. Muromtsev D.I., Volchek D.G., Romanov A.A. *Industrial'nye grafy znaniy – intellektual'noe yadro tsifrovoy ekonomiki* [Industrial knowledge graphs – the intellectual core of the digital economy]. *Control Engineering Rossiya* [Control engineering Russia]. 2019. № 5(83). Pp. 32–39. (In Russian)
10. Shachnev D. A. Searching for activity results and experts in a given subject area, taking results significance into account. *Programmnaya Ingeneria*. 2021. Vol. 12. No. 5. Pp. 260–266. DOI: 10.17587/prin.12.260-266

### Информация об авторах

**Балашова Ирина Юрьевна**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Математическое обеспечение и применение ЭВМ», Пензенский государственный университет;

440026, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40;

irs-80@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9388-7375>

**Дзюба Елена Анатольевна**, ст. преподаватель кафедры «Математическое обеспечение и применение ЭВМ», Пензенский государственный университет;

440026, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40;

dzyuba\_ea@mail.ru

**Попова Наталия Александровна**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Математическое обеспечение и применение ЭВМ», Пензенский государственный университет;

440026, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40;

porov.tasha@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9713-4897>

**Information about the authors**

**Irina Yu. Balashova**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematical Support and Computer Use, Penza State University;

440026, Russia, Penza, 40 Krasnaya street;

irs-80@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9388-7375>

**Elena A. Dzyuba**, Senior Lecturer of the Department of Mathematical Support and Computer Use, Penza State University;

440026, Russia, Penza, 40 Krasnaya street;

dzyuba\_ea@mail.ru

**Nataliya A. Popova**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematical Support and Computer Use, Penza State University;

440026, Russia, Penza, 40 Krasnaya street;

popov.tasha@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9713-4897>

УДК 004.94

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-1-21-28

EDN: CSBTHG

## **Информационное обеспечение процессов управления качеством продукции из многокомпонентных эластомерных композитов**

**А. С. Кузнецов**

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

**Аннотация.** В данной статье подробно рассмотрены основные вопросы управления качеством продукции из многокомпонентных эластомерных композитов на основе информационных моделей. Описаны (рассмотрены) основные технологические стадии, технические процедуры и операции производства в сложной химико-технологической системе получения готовых изделий из многокомпонентных эластомерных композитов. Приведена логико-информационная модель производственной системы на основе вербальной модели описания процессов в табличной форме. Представлены основные действия и функции исполнителей процессов, реализующих конкретные стадии производства полуфабриката и готового продукта. На основе принципов системного подхода и методологии SADT структурного анализа для производственной системы был построен комплекс логико-информационных и функциональных моделей – описаний сложной цепочки производственных процессов получения эластомерных композитов. Предложена обобщенная функционально-технологическая схема производства готового продукта на основе методологии функционального моделирования IDEF0. Проведена функциональная декомпозиция обобщенной структурно-функциональной модели производства с целью детализации производственных стадий, операций и действий отдельных исполнителей групп процессов. Выполнена формализация всех технологических стадий и операций производства готового продукта – эластомерного композита с уровнем свойств и эксплуатационных характеристик, отвечающих требуемому уровню показателей качества. Предложенное информационное обеспечение в виде комплекса структурно-функциональных моделей производства может быть использовано для дальнейшей интенсификации производственных процессов, организации более гибкого и адаптивного, высокоэффективного процесса оперативного управления и контроля производства путем выявления наиболее чувствительных точек управления. Выявление и использование новых контрольных точек позволит более эффективно управлять характеристиками качества готового продукта. Методика научного исследования строится на анализе научных данных, сравнительном анализе, синтезе данных, графической интерпретации. Результатом исследования является создание модели информационной поддержки для управления качеством продукции из многокомпонентных эластомерных композитов. В работе также определены перспективы развития и рассмотрены исследования в данной области.

**Ключевые слова:** информационное обеспечение, процессы управления, эластомерный композит, структурный анализ, системный подход

Поступила 10.01.2024, одобрена после рецензирования 31.01.2024, принята к публикации 07.02.2024

**Для цитирования.** Кузнецов А. С. Информационное обеспечение процессов управления качеством продукции из многокомпонентных эластомерных композитов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 1. С. 21–28. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-1-21-28

## Information support for quality management processes of products from multi-component elastomer composites

A.S. Kuznetsov

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

**Abstract.** This article discusses in detail the main issues of quality management of products made from multicomponent elastomeric composites based on information models. The main technological stages, technical procedures and production operations in a complex chemical-technological system for producing finished products from multi-component elastomeric composites are described (considered). A logical-information model of a production system is presented based on a verbal model for describing processes in tabular form. The main actions and functions of process performers that implement specific stages of production of semi-finished and finished products are presented. Based on the principles of the systems approach and the SADT methodology of structural analysis, a set of logical-information and functional models was built for the production system – descriptions of a complex chain of production processes for producing elastomeric composites. A generalized functional and technological scheme for the production of a finished product is proposed based on the IDEF0 functional modeling methodology. A functional decomposition of a generalized structural-functional model of production was carried out in order to detail the production stages, operations and actions of individual performers of process groups. All technological stages and operations for the production of the finished product – an elastomeric composite with a level of properties and performance characteristics that meet the required level of quality indicators – have been formalized. The proposed information support in the form of a complex of structural and functional production models can be used for further intensification of production processes, organization of a more flexible and adaptive, highly efficient process of operational management and production control by identifying the most sensitive control points. Identifying and using new control points will allow you to more effectively manage the quality characteristics of the finished product. The scientific research methodology is based on the analysis of scientific data, comparative analysis, data synthesis, and graphic interpretation. The result of the study is the creation of an information support model for managing the quality of products made from multi-component elastomeric composites. The work also identifies development prospects and reviews research in this area.

**Keywords:** information support, management processes, elastomeric composite, structural analysis, systems approach

Submitted 10.01.2024,

approved after reviewing 31.01.2024,

accepted for publication 07.02.2024

**For citation.** Kuznetsov A.S. Information support for quality management processes of products from multi-component elastomer composites. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. Vol. 26. No. 1. Pp. 21–28. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-1-21-28

### ВВЕДЕНИЕ

Современное промышленное производство изделий из эластомеров представляет собой сложный многостадийный процесс, характеризующийся наличием нескольких последовательных стадий [1–4].

В работе рассматриваются система производства изделий из эластомеров, а также химико-технологические процессы смешения и структурирования многокомпонентных

эластомерных композитов. Данные процессы включают: подготовку каучука и ингредиентов к смешению; навеску ингредиентов; собственно процесс смешения каучука с ингредиентами, приводящий к образованию промежуточного продукта – сырой резиновой смеси, полуфабриката; процесс структурирования, а также контроль и управление процессами смешения и структурирования эластомерных композитов на стадии резиновой смеси и готового продукта.

Для оперативного принятия управленческих решений по регулированию качества продукции на основе контроля параметров процессов смешения и структурирования многокомпонентных эластомерных композитов необходимо обладать всей полнотой информации о совокупности данных процессов, что показывает целесообразность создания системы информационного обеспечения. Решение этих задач требует систематического анализа связей и закономерностей функционирования и развития объектов и процессов с учетом особенностей отрасли на основе баз данных информационных технологий, теории управления и принятия решений [5–9].

#### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Представление в формализованном виде процессов производства продукции из многокомпонентных эластомерных композитов начинается с разработки и актуализации нормативно-технической документации. Сначала формулируется словесное описание, представляющее собой вербальную модель процессов.

Вербальное моделирование процессов производства готового продукта – изделия из эластомерных композитов – выполнено в виде логико-семантической модели. В общем виде логико-семантическую модель процесса получения многокомпонентного эластомерного композита можно представить в виде таблицы, перечислив основные функции, действия и исполнителей производственных процессов, стадий и операций (табл. 1).

**Таблица 1.** Логико-семантическая модель процесса структурирования многокомпонентных эластомерных композитов в табличной форме

**Table 1.** Logical-semantic model of the process of structuring multicomponent elastomeric composites in tabular form

| Функции процесса                                                                                                                                                                                                                                                                                | Документы процесса                                                                                                                                                                                                             | Исполнители процесса                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| F1 – определение параметров производства резиновой смеси<br>F2 – подготовка каучука и ингредиентов к смешению<br>F3 – контроль качества смеси<br>F4 – доработка смеси<br>F5 – оценка и контроль вулканизационных характеристик смеси<br>F6 – контроль свойств готового изделия, выявление брака | D1 – карта производства смеси<br>D2 – паспорт каучука<br>D3 – паспорт смеси<br>D4 – паспорт смеси, данные виброреометрии<br>D5 – паспорт смеси, данные физико-механических испытаний<br>D6 – паспорт свойств готового продукта | E1 – оператор узла подготовки к смешению<br>E2 – вальцовщик<br>E3 – специалист ЦЗЛ<br>E4 – специалист-технолог<br>E5 – специалист отдела контроля качества готовой продукции |

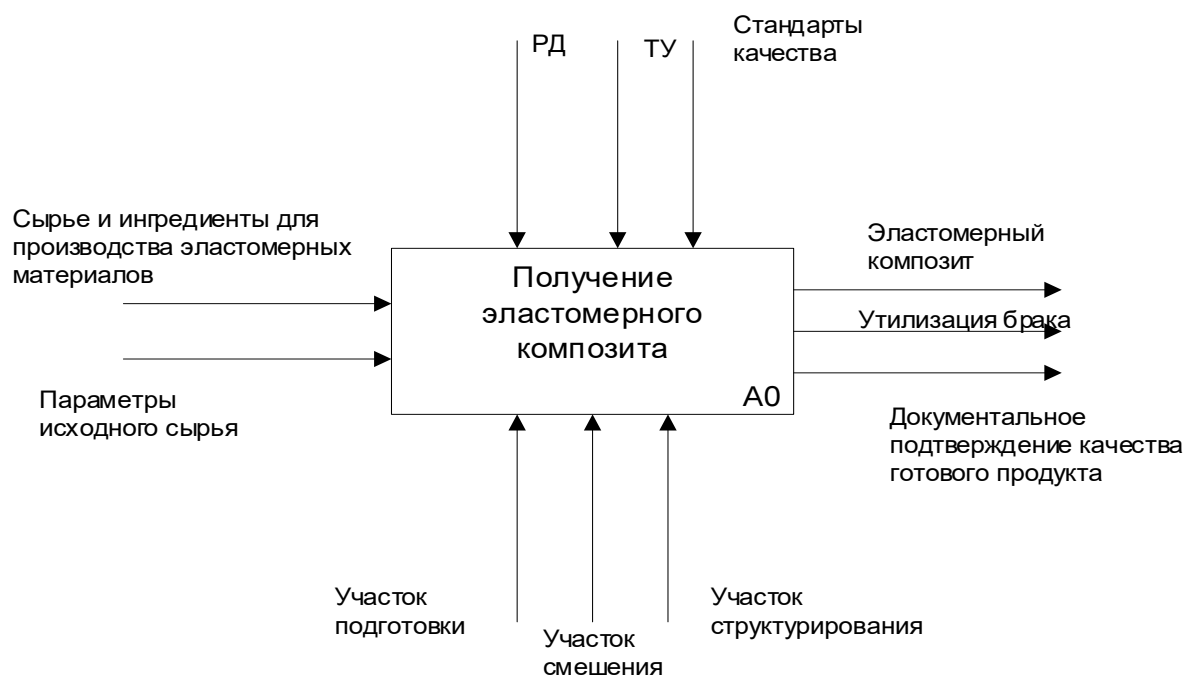
Процедуру подготовки каучука и ингредиентов к смешению (F2) осуществляет отдельный исполнитель процесса – оператор установки подготовки (E1).

Определение значений технологических параметров производства резиновой смеси (F1) осуществляется специалистом-вальцовщиком (E2) с помощью контрольных карт (D1), которые показывают необходимый уровень значений технологических параметров процесса смешения с учетом сохранения доверительных интервалов [10, 11].

Контроль качества полуфабриката (сырьевой смеси) (F3) осуществляют специалисты центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ) (E3) производителя по паспорту смеси (D3).

Процедуру оценки характеристик вулканизации (F5) проводит технолог (E4) с использованием паспорта смеси и данных реометрических испытаний (D3).

Контроль получения стандартной продукции (F4) – заключительный этап – осуществляется специалистами отдела технического контроля качества готовой продукции (E5) по данным испытаний технических свойств продукции (D5) [8].

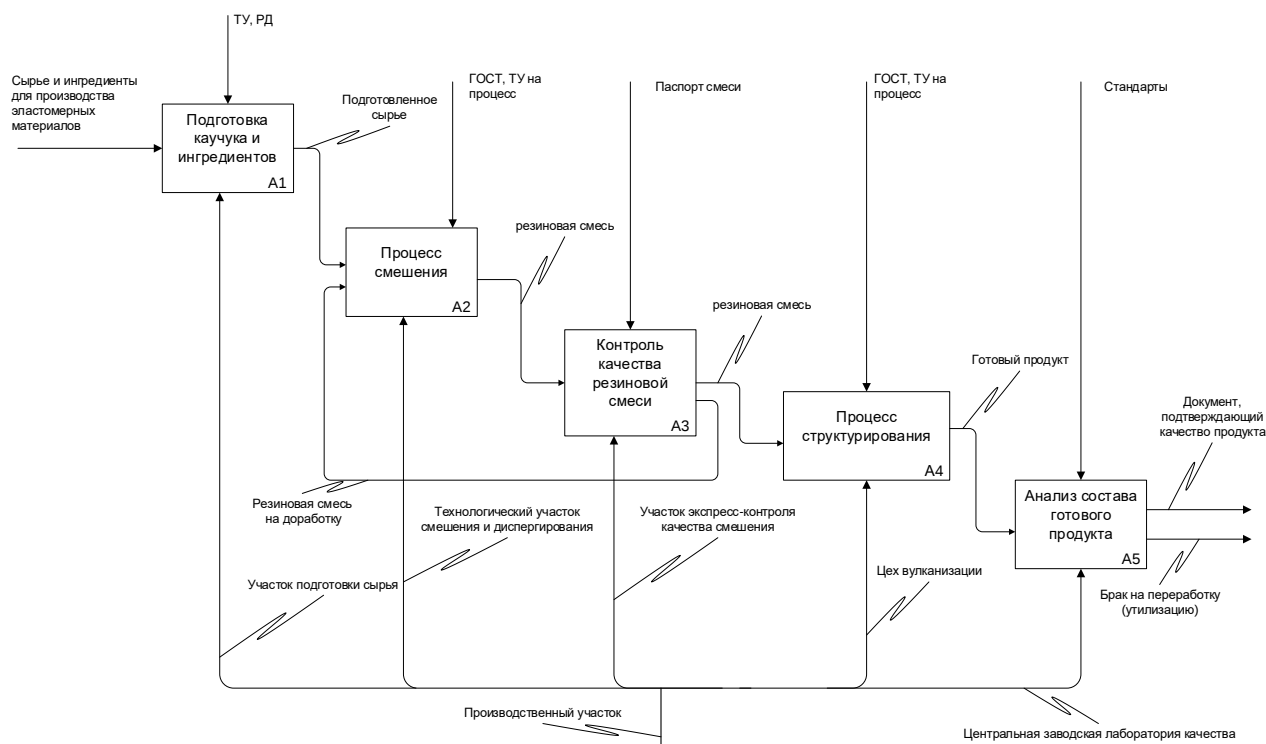


**Рис. 1.** Диаграмма уровня A0 – обобщенная функциональная модель получения ЭКМ (ТУ – технические условия, РД – регламентирующие документы)

**Fig. 1.** Diagram of level A0 – generalized functional model for obtaining ECM (TS – technical specifications, RD – regulatory documents)

Представленная на рисунке 1 диаграмма уровня A0 – структурно-функциональная схема, представляющая собой обобщенную схему получения эластомерного композита [12, 13]. Здесь на входе – сырье (эластомерная основа – каучук) и различные ингредиенты для производства эластомерных композиционных материалов (ЭКМ). Процессы получения ЭКМ строго регламентированы и документированы [14]. На выходе получается продукт – эластомерный композиционный материал с заданным на этапе рецептурного строения комплексом свойств, требования к уровню которых заложены в стандартах и сертификатах на готовую продукцию.

Далее выполняется декомпозиция данной диаграммы, она приведена на рис. 2. Диаграмма уровня A1 – детализация процессов получения ЭКМ на основе функционального моделирования [14, 15].



**Рис. 2.** Диаграмма A1. Детализация процессов получения ЭКМ на основе функционального моделирования

**Fig. 2.** Diagram A1. Detailing the processes for obtaining ECM based on functional modeling

На входе подаются исходные реагенты – каучук и различные ингредиенты. Они попадают на участок подготовки к проведению процесса смешения. Подготовка каучука – эластомерной основы композиций – представляет собой его доработку до определенного уровня пластоэластических свойств (пластикация или пластификация), а также резку на части определенного размера и массы. Подготовка ингредиентов – несколько процессов: их предварительное измельчение (диспергирование), а также ручная или автоматизированная навеска – дозирование согласно рецептурному листу или паспорту смеси. Таким образом, в стадии смешения участвуют заранее подготовленные материалы.

Подготовленное сырье поступает на технологический участок смешения. Процесс смешения, как правило, проводится в резиносмесителе закрытого типа. Смешение каучука с ингредиентами проводится в течение строго определенного времени. Промежуточный продукт – сырая резиновая смесь – попадает на экспресс-контроль качества (анализ перерабатываемости). После проверки, при частичном несовпадении параметров, отвечающих за ее переработку, смесь возвращается на этап смешения и дорабатывается до заданных значений.

Резиновая смесь, отвечающая всем показателям качества, отправляется на этап структурирования (вулканизацию) – заключительный этап, предшествующий получению готовой продукции. Процесс реализуется в цеху вулканизации в прессе при заданной температуре под давлением.

Полученный в ходе структурирования готовый продукт поступает в центральную заводскую лабораторию на контроль качества. Продукция, прошедшая контроль, отправляется на склад и реализуется. Готовый продукт с отклонениями в уровне свойств либо становится готовой продукцией классом ниже, либо отправляется в брак и утилизируется.

Для выбора контрольных точек процессов смешения и структурирования эластомерных композитов необходимо выполнить следующие действия:

- провести системный анализ взаимосвязей всех производственных стадий и операций и создать на его основе информационное обеспечение цепочки производственных процессов на основе комплекса моделей. Системный анализ в данном подходе направлен на выявление скрытых взаимосвязей в сложной производственной системе получения многокомпонентных эластомерных композитов;
- определить назначение и показатели эффективности всего техпроцесса получения эластомерного композита в целом, а также для отдельных стадий и производственных операций;
- установить основные возмущающие воздействия, оказывающие влияние на вход техпроцесса и его показатели эффективности.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложен комплекс моделей процессов получения многокомпонентного эластомерного композита. Представлены инструменты выявления и использования новых контрольных точек процессов, позволяющие более гибко и эффективно управлять характеристиками качества готового продукта. Рассмотренные в статье подходы к описанию сложных химико-технологических процессов смешения и структурирования многокомпонентных эластомерных композитов являются инструментами организации высокоэффективного управления и контроля процессов на основе системного подхода и структурного анализа.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Уральский М. Л., Горелик Р. А., Буканов А. М. Контроль и регулирование технологических свойств резиновых смесей. М.: Химия, 1983. 128 с.
2. Махлис Ф. А., Федюкин Д. Л. Терминологический справочник по резине. М.: Химия, 1989. 400 с.
3. Догадкин Б. А., Донцов А. А., Шершнев В. А. Химия эластомеров. М.: Химия, 1981. 376 с.
4. Корнев А. Е., Буканов А. М., Швердяев О. Н. Технология эластомерных материалов. М.: Эксим, 2000. 288 с.
5. Сочнев А. Н., Садчикова Г. М., Бирюков В. П. Анализ параметров состояния резиновой смеси для управления технологическим процессом его получения // Сборник научных трудов «Автоматизация и управление в машино- и приборостроении». Саратов: СГТУ, 2007. С. 206–209.
6. Агаянц И. М. Пять столетий каучука и резины. М.: Модерн, 2002. 432 с.
7. Новаков И. А., Новопольцева О. М., Кракишин М. А. Методы оценки и регулирования пластоэластических и вулканизационных свойств эластомеров и композиций на их основе. М.: Химия, 2000. 240 с.
8. Кузнецов А. С., Корнюшко В. Ф., Садеков Л. В. Информационное и программное обеспечение гибридной интеллектуальной системы при управлении технологическими процессами // Программные продукты и системы. 2021. № 4. С. 629–638. DOI: 10.15827/0236-235X.136.629-638
9. Столбов Л. А., Дубавов Д. С., Филоретова О. А., Лисица А. В. Системы информационного обеспечения при создании проблемно ориентированной базы данных с применением когнитивного моделирования // Интеграл. 2013. № 1. С. 52–53.
10. Самойлова Е. М. Построение экспертной системы поддержки принятия решения как интеллектуальной составляющей системы мониторинга технологического процесса // Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. 2016. № 2. С. 128–142.

11. Мешалкин В. П. Экспертные системы в химической технологии. М.: Химия, 1995. 367 с.
12. Егоров А. Ф., Савицкая Т. В., Михайлова П. Г. Модели и методы решения задач оперативного управления безопасностью непрерывных химико-технологических систем. Ч. 1. Управление в условиях неопределенности // Проблемы управления. 2005. № 6. С. 50–56.
13. Егоров А. Ф., Савицкая Т. В., Бельков В. П., Горанский А. В. Математическое моделирование и методы синтеза гибких химических производств. Автоматизированный лабораторный комплекс. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2008. 202 с.
14. Бурляева Е. В., Колыбанов К. Ю., Панова С. А. Информатика для химиков-технологов / под ред. Л. С. Гордеева и В. Ф. Корнюшко. М.: Высшая школа, 2006. 286 с.
15. Волкова В. Н., Денисов А. А. Теория систем и системный анализ: учебник для вузов. 3-е изд. М.: Юрайт, 2023. 562 с. ISBN 978-5-534-14945-6.

## REFERENCES

1. Uralsky M.L., Gorelik R.A., Bukanov A.M. *Kontrol' i regulirovaniye tekhnologicheskikh svoystv rezinovykh smesey* [Monitoring and regulation of technological properties of rubber compounds]. Moscow: Chemistry, 1983. 128 p. (In Russian)
2. Makhlis F.A., Fedyukin D.L. *Terminologicheskii spravochnik po rezine* [Terminological reference book on rubber]. Moscow: Chemistry, 1989. 400 p. (In Russian)
3. Dogadkin B.A., Dontsov A.A., Shershnev V.A. *Khimiya elastomerov* [Chemistry of elastomers]. Moscow: Chemistry, 1981. 376 p. (In Russian)
4. Kornev A.E., Bukanov A.M., Sheverdyaev O.N. *Tekhnologiya elastomernykh materialov* [Technology of elastomeric materials]. Moscow: Exim, 2000. 288 p. (In Russian)
5. Sochnev A.N., Sadchikova G.M., Biryukov V.P. *Analiz parametrov sostoyaniya rezinovoy smesi dlya upravleniya tekhnologicheskim protsessom yego polucheniya* [Analysis of the state parameters of the rubber mixture to control the technological process of its production]. *Sbornik nauchnykh trudov «Avtomatizatsiya i upravlenie v mashino- i priborostroenii»* [Collection of scientific papers “Automation and control in mechanical and instrument engineering”]. Saratov: SGTU, 2007. Pp. 206–209. (In Russian)
6. Agayants I.M. *Pyat' stoletiy kauchuka i reziny* [Five centuries of rubber and rubber]. Moscow: Modern, 2002. 432 p. (In Russian)
7. Novakov I.A., Novopoltseva O.M., Krakshin M.A. *Metody otsenki i regulirovaniya plastoelasticheskikh i vulkanizatsionnykh svoystv elastomerov i kompozitsiy na ikh osnove* [Methods for assessing and regulating the plastoelastic and vulcanization properties of elastomers and compositions based on them]. Moscow: Chemistry, 2000. 240 c. (In Russian)
8. Kuznetsov A.S., Korniyushko V.F., Sadekov L.V. Information and software of a hybrid intelligent system for process control. *Software & systems*. 2021. No. 4. Pp. 629–638. DOI: 10.15827/0236-235X.136.629-638. (In Russian)
9. Stolbov L.A., Dubavov D.S., Filoretova O.A., Lisitsa A.V. Information support systems when creating a problem-oriented database using cognitive modeling. *Integral*. 2013. No. 1. Pp. 52–53. (In Russian)
10. Samoilova E.M. *Postroyeniye ekspertnoy sistemy podderzhk i prinyatiya resheniya kak intellektual'noy sostavlyayushchey sistemy monitoring tekhnologicheskogo protsessa* [Construction of an expert decision support system as an intellectual component of a technological process monitoring system]. *Bulletin of PNIPU. Mechanical engineering, materials science*. 2016. No. 2. Pp. 128–142. (In Russian)
11. Meshalkin V.P., *Ekspertnyye sistemy v khimicheskoy tekhnologii* [Expert systems in chemical technology]. Moscow: Chemistry, 1995. 367 p. (In Russian)

12. Egorov A.F., Savitskaya T.V., Mikhailova P.G. Models and methods for solving problems of operational safety management of continuous chemical-technological systems. Part 1. Management under conditions of uncertainty. *Management problems*. 2005. No. 6. Pp. 50–56. (In Russian)
13. Egorov A.F., Savitskaya T.V., Belkov V.P., Goransky A.V. *Matematicheskoye modelirovaniye i metody sinteza gibkikh khimicheskikh proizvodstv. Avtomatizirovanny laboratornyy kompleks* [Mathematical modeling and methods of synthesis of flexible chemical production. Automated laboratory complex]. Moscow: RHTU im. D. I. Mendeleeva, 2008. 202 p. (In Russian)
14. Burlyaeva E.V., Kolybanov K.Yu., Panova S.A. *Informatika dlya khimikov-tekhnologov* [Informatics for chemical technologists]. Eds. L.S. Gordeev, V.F. Korniyushko. Moscow: Higher School, 2006. 286 p. (In Russian)
15. Volkova V.N., Denisov A.A. *Teoriya system i sistemnyy analiz: uchebnik dlya vuzov* [Systems theory and system analysis: a textbook for universities]. Moscow: Yurayt, 2023. 562 p. ISBN 978-5-534-14945-6. (In Russian)

### Информация об авторе

**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>

### Information about the author

**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>

УДК 004.451.53 + 004.451.9

DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-1-29-38

EDN: DVIDUR

Обзорная статья

## Методы решения задачи локализации iOS-приложений

А. Е. Науменко

ООО «Дирион»

346815, Россия, Ростовская область, Мясниковский район,  
х. Красный Крым, ул. Юбилейная, 25а

**Аннотация.** Статья посвящена рассмотрению основных методов локализации приложения на любое количество языков. Рассмотрены методы локализации, доступные для XCode 14, описаны практические случаи их применения, а также даны примеры использования. Помимо этого, рассмотрены задачи, требующие большей гибкости, чем в случае использования стандартных подходов, и варианты их решения, в частности, методы динамической локализации, основанные как на использовании средств runtime, так и на создании собственных локализационных контейнеров.

**Ключевые слова:** iOS, мобильные приложения, интерфейс, Auto Layout, Swift, Interface Builder, Localization, Localizable, локализация

Поступила 26.01.2024, одобрена после рецензирования 31.01.2024, принята к публикации 09.02.2024

**Для цитирования.** Науменко А. Е. Методы решения задачи локализации iOS-приложений // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 1. С. 29–38. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-1-29-38

MSC: 68-XX

Review article

## Methods for solving iOS applications localization task

A.E. Naumenko

“Dirion LLC”

346815, Russia, Rostov region, Myasnikovsky District,  
Krasny Krym Farmstead, 25a Yubileynaya street

**Abstract.** The article is dedicated to exploring the main methods of localizing an application into any number of languages. It examines localization methods available for XCode 14, describes practical cases of their application, and provides examples of use. In addition to this, it looks at tasks that require more flexibility than standard approaches offer and explores solutions for such tasks, specifically, methods of dynamic localization, based both on the use of runtime features and on the creation of custom localization containers.

**Keywords:** iOS, mobile applications, interface, Auto Layout, Swift, Interface Builder, Localization, Localizable

Submitted 26.01.2024, approved after reviewing 31.01.2024, accepted for publication 09.02.2024

**For citation.** Naumenko A.E. Methods for solving iOS applications localization task. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. Vol. 26. No. 1. Pp. 29–38. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-1-29-38

## ВВЕДЕНИЕ

Задача локализации приложения возникает перед разработчиками тогда, когда требуется поддержка более чем одного языка. Предпосылки для этого могут быть разными, самые частые из них – выход на международные рынки или поддержка иностранных пользователей (к примеру, туристов в приложениях такси или аэропортов) на отечественном рынке. В силу того, что задача возникает достаточно часто, в Apple созданы достаточно удобные способы ее решения [1]. В рамках данной статьи мы произведем разбор задач, которые решаются стандартными методами, а также рассмотрим нестандартные подходы для более гибких решений.

## ЛОКАЛИЗАЦИЯ ТЕКСТА

Начнем с самой простой задачи, а именно с локализации текста. Задача состоит в том, чтобы программно в определенном месте приложения показывать разную текстовую информацию, причем зависеть она будет исключительно от выставленного в системе языка.

К примеру, у нас есть текст “Hello World!”. Мы хотим отобразить его на экране в метку, то есть компонент UILabel. Это сделать можно следующим образом:

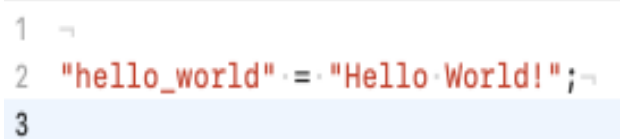
```
label.text = NSLocalizedString("hello_world", comment: "Приветствие").
```

Мы используем стандартную функцию, которая принимает в себя параметром ключ “hello\_world”, а не текст. Комментарий в параметре comment используется для того, чтобы для переводчиков был привязанный контекст к фрагменту текста, который им требуется перевести. Он используется при генерации таблиц, но это мы в данной статье рассматривать не будем.

Рассмотрим теперь таблицы с переводом. Это простые текстовые файлы с расширением strings. В проекте по умолчанию для переводов используется таблица с именем Localizable.strings.

Изначально мы создаем один файл Localizable.strings и заносим в него все необходимые ключи. К примеру, создавая файл для данного проекта, мы внесем в него единственный ключ – “hello\_world”.

Вот так будет выглядеть наш файл:



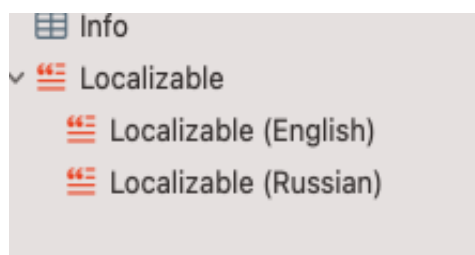
```
1  ↵
2  "hello_world" = "Hello World!";
3  ↵
```

*Рис. 1. Скрин файла локализации*

*Fig. 1. The screen of a localization file*

Затем нам необходимо добавить в проект локализацию. Это делается в настройках проекта, секция Info, раздел Localizations. Добавив новый язык, мы сможем локализовать файл со строками. Просто выделив его, мы сможем в XCode в правой панели добавить один из доступных языков.

Сделав это и заглянув в проект, мы увидим, что файл локализации исчез со старого места. Однако появятся папки, каждая из которых будет иметь имя формата {lang\_code}.lproj. Открыв эти папки, мы обнаружим в них новую копию файла Localizable.strings, а в проекте увидим этот файл в виде раскрытой группы:



**Рис. 2.** Группа файлов локализации

**Fig. 2.** The group of localization files

Теперь мы можем в каждой копии этого файла вставлять текст соответствующей локализации файла. При смене языка приложение будет перезагружено, и код, который подставляет в метку локализованный текст, будет вызван заново. На этот раз он возьмет значения из файла, который соответствует выбранному пользователем языку, либо в случае отсутствия такового выберет язык по умолчанию. Обычно это английский язык.

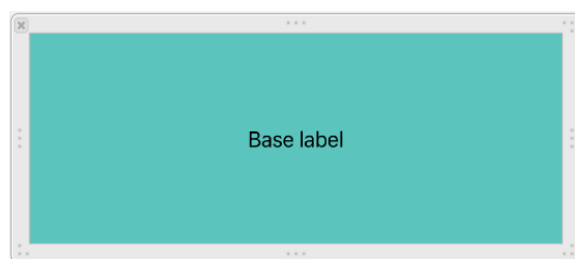
### ЛОКАЛИЗАЦИЯ XIB/STORYBOARDS

В этом разделе мы коснемся встроенных средств локализации интерфейса, созданного в файлах XIB и Storyboards [2]. Несмотря на то, что задача локализации такого интерфейса легко может быть решена с помощью локализации текста, Apple предоставляет нам дополнительные инструменты локализации этих файлов.

Локализовать XIB или Storyboard можно двумя способами:

1. Локализовать текстовые значения элементов.
2. Создать копию файла для конкретного языка.

Рассмотрим оба способа. Создадим простую View с единственной меткой:



**Рис. 3.** Тестовое представление с одной меткой

**Fig. 3.** The test view with a single label

Теперь локализуем ее так же, как до этого поступали с файлом Localizable, а именно: нажмем на кнопку Localize в инспекторе объектов и выберем один из языков. Обратите внимание, что по умолчанию справа будет тип локализации "Localizable Strings", который указывает на то, что будут локализовываться только текстовые значения элементов:



**Рис. 4.** Выбор языков локализации

**Fig. 4.** Selecting languages of localization

В навигаторе мы увидим, что XIB-файл превратился в группу. Появился файл с пометкой "Base", который содержит базовую версию файла, а также .strings файл для выбранной английской локализации. В нем мы увидим не очень читаемый текст:

```
/* Class = "UILabel"; text = "Base label"; ObjectID = "pPR-vp-xuM"; */
"pPR-vp-xuM.text" = "Base label".
```

Он будет означать, что для элемента с определенным ID, в нашем случае "pPR-vp-xuM", будет локализовано свойство text. Если элементов будет больше, то мы увидим список их всех.

Теперь добавим новую локализацию, на прошлом скрине у нас осталась не выбранной русская. И после добавления изменим тип локализации с "Localizable Strings" на "Interface Builder Cocoa Touch XIB". В этом случае (что можно проверить в том числе и на диске в самой папке с проектом) будет создана копия изначального XIB-файла. Теперь для русской локализации мы можем создавать не только новые значения элементов, но и совершенно другой интерфейс.

Надо отметить, что этот тип локализации не очень часто используется. Дело в том, что при использовании Localizable Strings в XIB и Storyboard, не очень удобно иметь дело с ID элементов. А при добавлении элементов приходится либо регенерировать файлы, либо добавлять их вручную. Что касается создания копии XIB-файла для определенных языков, то в этом случае совершенно очевидна проблема внесения изменений в интерфейс – придется вносить изменения во все копии файлов.

#### ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРИЗОВАННОГО ТЕКСТА

При работе с множеством языков рано или поздно сталкиваешься с достаточно неприятной задачей, которая заключается в обработке множественного числа. Дело в том, что в разных языках для этого свои правила обработки множественного числа. Разберем простой пример: выведем на русском и английском языке простую фразу "У меня есть N яблок". Рассмотрим варианты на английском в зависимости от числа N:

```
"I have no apples"
"I have 1 apple"
"I have 2 apples"
"I have 5 apples"
"I have 51 apples".
```

Мы видим, что будет только три варианта форматирования: "I have no apples", "I have N apple" и "I have N apples". А теперь рассмотрим то же самое на русском:

```
"У меня нет яблок"
"У меня есть 1 яблоко"
"У меня есть 2 яблока"
"У меня есть 5 яблок"
"У меня есть 51 яблоко".
```

Как видим, теперь у нас 4 варианта формата. И если мы будем использовать обычную локализацию текста с помощью файла Localizable.strings, то нам придется вручную реализовывать обработку каждого языка. К счастью, Apple предлагает нам достаточно мощный инструмент для этой задачи. Для его использования необходимо создать файл

Localizable.stringsdict, в котором мы сможем прописать отдельно все варианты для каждого языка.

Рассмотрим пример основной части файла для английской локализации:

```
<dict>
  <key>apples_have</key>
  <dict>
    <key>NSStringLocalizedFormatKey</key>
    <string>I have %#@apples@</string>
    <key>apples</key>
    <dict>
      <key>NSStringFormatSpecTypeKey</key>
      <string>NSStringPluralRuleType</string>
      <key>NSStringFormatValueTypeKey</key>
      <string>d</string>
      <key>zero</key>
      <string>no apples</string>
      <key>one</key>
      <string>%d apple</string>
      <key>other</key>
      <string>%d apples</string>
    </dict>
  </dict>
</dict>
```

Посмотреть все возможные значения свойств можно в документации. Отметим основные моменты:

1. По ключу NSStringLocalizedFormatKey мы задаем полный формат фразы. В ней параметром задаем подстроку, для которой применяется локализация с учетом множественного числа. Затем мы описываем эти параметры, определяя словарь с описанием для каждого, используя сам параметр как ключ.
2. NSStringFormatValueTypeKey – задает тип параметра. Мы выбрали d, что означает целые числа.
3. В опциях zero, one и others мы задаем различные форматы, которые полностью охватывают все возможные значения для английского языка.

Рассмотрим теперь то же самое для русского языка:

```
<dict>
  <key>apples_have</key>
  <dict>
    <key>NSStringLocalizedFormatKey</key>
    <string>У меня %#@apples@</string>
    <key>apples</key>
    <dict>
      <key>NSStringFormatSpecTypeKey</key>
      <string>NSStringPluralRuleType</string>
```

```

    <key>NSStringFormatValueTypeKey</key>
    <string>d</string>
    <key>zero</key>
    <string>нет яблок</string>
    <key>one</key>
    <string>%d яблоко</string>
    <key>other</key>
    <string>%d яблок</string>
    <key>few</key>
    <string>%d яблока</string>
  </dict>
</dict>
</dict>

```

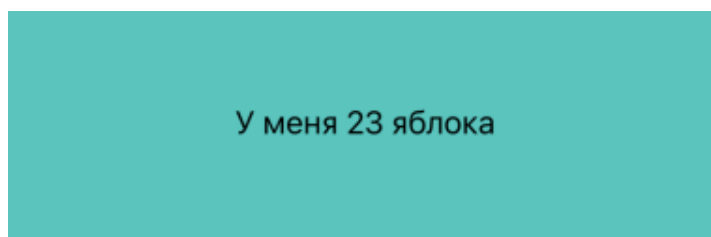
Заметим, что мы добавили опцию **few**. Для русской локализации она будет срабатывать для чисел, заканчивающихся на 2, 3 и 4, за исключением случая, когда перед ними 1. Теперь приведем пример кода, использующего локализацию множественных чисел:

```

let applesFormat = NSLocalizedString("apples_have", comment: "")
label.text = String(format: applesFormat, 23)

```

И запустим код, посмотрев результат на View, созданной ранее в прошлой главе:



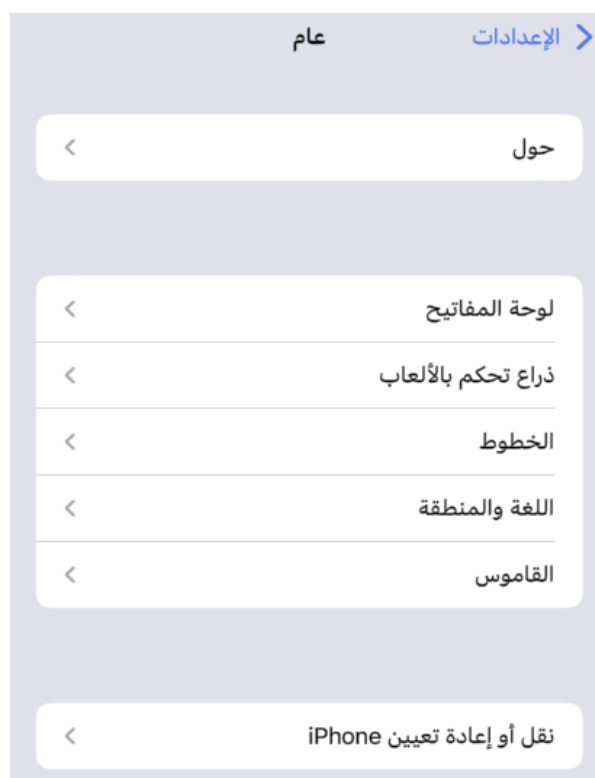
**Рис. 5.** Результат запуска приложения с локализацией множественного числа

**Fig. 5.** The result of launching the app with plural localization

То есть мы получаем сначала формат основной строки, а затем в него подставляем параметр. Значение параметра определит нужную форму. Эта магия достигается тем, что строка `applesFormat` имеет под капотом знание о том, что она получена из файла `stringsdict` и должна быть должным образом параметризована.

### ЛОКАЛИЗАЦИЯ ИНТЕРФЕЙСА

В этом разделе коснемся темы локализации интерфейса, а точнее локализации *ориентации* интерфейса. Далеко не все с этим сталкиваются, но знать об этом полезно. Речь идет о смене ориентации интерфейса для языков, в которых направление текста идет не слева направо, как привыкли англо- и русскоязычные пользователи, а справа налево. Пример такого языка – арабский. Если переключить iPhone на арабский язык, то можно увидеть не только смену текста, но и смену ориентации всего интерфейса. Кнопка "Назад" будет не в левом верхнем углу, а в правом верхнем. Анимация перехода на новый экран будет не справа налево, а слева направо.



**Рис. 6.** Основные настройки в арабской локализации

**Fig. 6.** General settings in Arabic localization

Стоит отметить, что большую часть работы UIKit делает автоматически. Все анимации и UINavigationController автоматически подстраиваются под выбранный язык, и для арабского они меняют привычное для нас направление. Но вот что необходимо помнить при локализации на несколько языков с разными ориентациями:

1. Использование констрейнтов [3] Left и Right не изменит ориентацию. При использовании их все элементы привязываются конкретно к левому или к правому краю. Что и логично – сами понятия "лево" и "право" не меняются в зависимости от языка.
2. Использование констрейнтов Leading и Trailing изменит ориентацию. В английском Leading будет эквивалентно Left, а в арабском оно же будет эквивалентно Right.
3. Существует программный способ изменения ориентации у View, а именно: установка значения у представления свойства semanticContentAttribute. Оно может принимать два значения – forceRightToLeft и forceLeftToRight. Это может быть полезно при изменении языка и из настроек телефона, и из настроек приложения нестандартными способами.

### ДИНАМИЧЕСКАЯ ЛОКАЛИЗАЦИЯ

Перейдем теперь к не совсем стандартной задаче, а именно – к динамическим значениям текстовых блоков для ключей локализации. Задача эта может возникнуть, например, при желании разработчиков хранить локализацию на серверной части и подгружать во время работы приложения. Рассмотрим несколько вариантов решения этой задачи.

### Создание нового Bundle

Наверное, самый простой способ этой задачи будет заключаться в создании отдельного объекта Bundle [4]. Когда мы не передаем в функцию локализации какой-либо bundle, у нас

по умолчанию используется Main bundle, который работает с ресурсами нашего приложения. Но ресурсы приложения мы не можем изменять, а значит, нам нужно создать хранилище в папке Documents.

Продemonстрируем простое программное создание собственного bundle и локализационного файла внутри него:

```
let docURL = getDocumentsDirectory()
let dataPath = docURL.appendingPathComponent("MyLocalizationFolder")

if !FileManager.default.fileExists(atPath: dataPath.path) {
    do {
        try FileManager.default.createDirectory(
            atPath: dataPath.path,
            withIntermediateDirectories: true, attributes: nil)
    } catch {
        print(error.localizedDescription)
    }
}

let fileLoc = dataPath.appendingPathComponent("Localizable.strings")
let content = "\"hello_world\" = \"Новый бандл!!!\";"

try? content.write(to: fileLoc, atomically: true, encoding: String.Encoding.utf8)

let myBundle = Bundle(url: dataPath)!

label.text = NSLocalizedString("hello_world", bundle: myBundle, comment: "")
```

В этом примере мы создали новую папку MyLocalizationFolder, в ней создали файл Localizable.strings с локализационным контентом. Затем создали bundle, который смотрит в эту новую папку, и передали его при вызове в функцию NSLocalizedString.

Заметим, что в этом примере мы использовали не статические файлы из ресурсов приложения, а динамический контент из папки приложения. Это дает нам полный контроль над их содержимым. Главное, что нужно помнить, – обязательно следить за форматом файлов, так как генерировать их придется самим. Хотя эту задачу вполне можно переложить в этом случае на серверную часть.

### ***Подмена селекторов***

Рассмотрим более экзотический способ работы с локализацией. Заключается он в переопределении функции localizedString, которая вызывается в классе Bundle у его экземпляра в момент, когда мы вызываем функцию NSLocalizedString.

Воспользуемся методом, который называется свизлинг селекторов (Swizzle Method, Swizzling [5]). Заключается он в том, что мы в runtime, то есть во время исполнения приложения, подменяем у класса Bundle реализацию метода. Для этого необходимо написать свою реализацию. Реализуем это в виде расширения класса Bundle:

```
extension Bundle {
    static func swizzleLocalization() {
        let originalSelector = #selector(localizedString(forKey:value:table:))
```

```

        let originalMethod = class_getInstanceMethod(self, originalSelector)!
        let mySelector = #selector(myLocalizedString(forKey:value:table:))
        let myMethod = class_getInstanceMethod(self, mySelector)!

        method_exchangeImplementations(originalMethod, myMethod)
    }

    @objc private func myLocalizedString(forKey key: String,
                                       value: String?,
                                       table: String?) -> String {
        let oldLocResult = myLocalizedString(forKey: key,
                                             value: value,
                                             table: table)

        // Do or return something
        // ...
        return oldLocResult
    }
}

```

И теперь при старте приложения вызовем: `Bundle.swizzleLocalization()`.

Это подменит реализации методов у двух сигнатур – старой и новой. Обратите внимание на вызов внутри функции `myLocalizedString` самой себя. При чтении кода это очень похоже на рекурсивный вызов, хотя это не так. Давайте разберем этот момент. Рассмотрим сначала отдельно сигнатуру метода и его реализацию. До подмены селекторов картина была такой:

**Таблица 1.** Соответствие сигнатур и тел методов в runtime до свизлинга

**Table 1.** Correspondence of method signatures and bodies in runtime prior to Swizzling

|                                    |                               |
|------------------------------------|-------------------------------|
| Сигнатура <b>localizedString</b>   | Тело <b>localizedString</b>   |
| Сигнатура <i>myLocalizedString</i> | Тело <i>myLocalizedString</i> |

После подмены селекторов, то есть вызова метода `swizzleLocalization`, картина теперь такая:

**Таблица 2.** Соответствие сигнатур и тел методов в runtime после свизлинга

**Table 2.** Correspondence of method signatures and bodies in runtime after Swizzling

|                                    |                               |
|------------------------------------|-------------------------------|
| Сигнатура <b>localizedString</b>   | Тело <i>myLocalizedString</i> |
| Сигнатура <i>myLocalizedString</i> | Тело <b>localizedString</b>   |

Соответственно, когда мы вызываем в теле метода `myLocalizedString` метод с сигнатурой `myLocalizedString`, на самом деле вызывается тело метода `localizedString`. Что это нам дает в итоге?

Теперь при вызове `NSLocalizedString` мы перехватываем контроль, не теряя при этом возможности возвращать значение, которое было бы без этих манипуляций. В методе

`myLocalizedString` мы можем написать любую логику, получать значение из любого удобного нам хранилища. Делать это лучше для ключей без множественной локализации, чтобы не писать собственную логику ее обработки.

Несмотря на излишнюю сложность и подключение runtime, мы можем достаточно легко поменять логику локализации в большом проекте, в котором все построено на стандартных средствах локализации, а нам нужно сделать логику динамического обновления значений локализации или сделать ее изменение в приложении без его перезагрузки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы рассмотрели основные методы локализации компонентов приложения для iOS, доступные для XCode 14. Также рассмотрели решение задач, требующих немного большей гибкости, и привели примеры их решения. Приведенные выше техники применимы как к локализации текстов, так и к локализации любых других ресурсов приложения (картинок, шрифтов и т. п.). Проведенная работа предлагает использовать данный обзор методов локализации и вариантов решения задач, выходящих за рамки стандартного функционала, как отправную точку в разработке более сложных решений.

## REFERENCES

1. Localization. URL: <https://developer.apple.com/documentation/xcode/localization> (дата обращения: 04.12.2023).
2. Customizing the behavior of segue-based presentations. URL: [https://developer.apple.com/documentation/uikit/resource\\_management/customizing\\_the\\_behavior\\_of\\_segue-based\\_presentations](https://developer.apple.com/documentation/uikit/resource_management/customizing_the_behavior_of_segue-based_presentations) (дата обращения: 04.12.2023).
3. Романков С. В. Технология *auto layout* на платформе IOS // Точная наука. 2022. Выпуск 137.  
Romankov S.V. Auto layout technology on the IOS platform. *Tochnaya nauka* [Exact science]. 2022. No. 137. (In Russian)
4. Placing Content in a Bundle. URL: [https://developer.apple.com/documentation/bundlere-sources/placing\\_content\\_in\\_a\\_bundle](https://developer.apple.com/documentation/bundlere-sources/placing_content_in_a_bundle) (дата обращения: 04.12.2023).
5. Method Swizzling in iOS Development. URL: <https://www.innominds.com/blog/method-swizzling-in-ios-development> (дата обращения: 04.12.2023).

## Информация об авторе

**Науменко Александр Евгеньевич**, руководитель отдела разработки мобильных приложений в ООО «Дирион»;

346815, Ростовская область, Мясниковский район, х. Красный Крым, ул. Юбилейная, 25а;  
naumenko10@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0264-7949>

## Information about the author

**Aleksander E. Naumenko**, Head of Mobile Application Development Department at “Dirion LLC”;  
346815, Russia, Rostov region, Myasnikovsky District, Krasny Krym Farmstead, 25a Yubileynaya street;  
naumenko10@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0264-7949>

УДК 004.056.5

DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-1-39-47

EDN: GEVSAQ

Научная статья

**Разработка подхода к обеспечению информационной безопасности  
в веб-ориентированных информационных системах  
при передаче данных с использованием интерфейса  
Web Cryptography API**

**М. В. Ступина**

Донской государственный технический университет  
344003, Россия, ЮФО, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

**Аннотация.** Целью исследования является формулирование общих принципов обеспечения информационной безопасности в веб-ориентированных информационных системах. В работе описаны основные концепции интерфейса Web Cryptography API, а также представлены практические аспекты использования криптографических методов для обеспечения безопасности данных веб-ориентированных информационных систем. Предложенный подход, основанный на введении безопасной системы генерации и хранения приватных ключей пользователей через использование асинхронного алгоритма шифрования ECDSA средствами интерфейса Web Cryptography API, в сочетании с шифрованием приватных ключей кодовыми словами и дополнительной аутентификацией пользователей позволяет обеспечить высокий уровень защиты приватных ключей от несанкционированного доступа.

**Ключевые слова:** Web Cryptography API, криптография, электронная подпись, электронный документооборот, ECDSA

Поступила 05.02.2024, одобрена после рецензирования 08.02.2024, принята к публикации 12.02.2024

**Для цитирования.** Ступина М. В. Разработка подхода к обеспечению информационной безопасности в веб-ориентированных информационных системах при передаче данных с использованием интерфейса Web Cryptography API // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 1. С. 39–47. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-1-39-47

MSC: 68P20; 68U35

Original article

**Development of an approach to ensuring information security  
in web-based information systems when transferring data using the  
Web Cryptography API interface**

**M.V. Stupina**

Don State Technical University  
344003, Russia, Rostov-on-Don, 1 Gagarina square

**Abstract.** The aim of the research is to formulate general principles for ensuring information security in web-oriented information systems. The paper describes the main concepts of the Web Cryptography API interface, as well as presents practical aspects of using cryptographic methods to ensure data security in web-oriented information systems. The proposed approach, based on the introduction of a secure system for generating and storing users private keys through the use of the

asynchronous ECDSA encryption algorithm via the Web Cryptography API interface, combined with encrypting private keys with passphrases and additional user authentication, allows a high level of protection of private keys from unauthorized access.

**Keywords:** Web Cryptography API, cryptography, electronic signature, electronic document management, ECDSA

Submitted 05.02.2024,

approved after reviewing 08.02.2024,

accepted for publication 12.02.2024

**For citation.** Stupina M.V. Development of an approach to ensuring information security in web-based information systems when transferring data using the Web Cryptography API interface. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. Vol. 26. No. 1. Pp. 39–47. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-1-39-47

## ВВЕДЕНИЕ

Сегодня все возрастающую значимость приобретает необходимость обеспечения безопасности персональных данных<sup>1</sup> в веб-ориентированных информационных системах (ВОИС), что обусловлено происходящими процессами цифровой трансформации современного общества, тенденциями повсеместного использования интернет-технологий, переводом большинства бизнес-процессов в онлайн-режим [1]. Переход множества компаний на электронный документооборот, позволяющий ускорить и упростить бизнес-процессы, минимизировать затраты на обработку документов, их физическое хранение и т. д. [1], в свою очередь требует должного уровня защиты конфиденциальной информации при ее хранении и передаче с использованием цифровых каналов связи [2]. Для ряда компаний критически важным является подтверждение подлинности отправителя, достоверности и целостности передаваемой информации, что определяет необходимость использования электронной цифровой подписи [1, 3] как неотъемлемой составляющей информационной безопасности при реализации электронного документооборота.

Безопасность при организации онлайн-взаимодействия в ВОИС требует применения криптографических методов защиты на стороне браузера, гарантирующих безопасность онлайн-протоколов и защиту конфиденциальных данных. Реализация криптографических операций в браузере может быть выполнена с использованием ряда инструментов, одним из которых является рекомендованный W3C интерфейс Web Cryptography API, представляющий стандартизированный способ доступа к криптографическим функциям веб-браузера без необходимости обращения к сторонним библиотекам [4, 5]. Возможности Web Cryptography API поддерживают шаблоны использования ключей в соответствии с лучшими практиками в криптографии [5], а созданные объекты Web Crypto API исключают случайное использование ключей или алгоритмов в недопустимом состоянии.

В рамках настоящего исследования рассмотрим подход к обеспечению информационной безопасности при реализации обмена данными в ВОИС с использованием программного интерфейса Web Cryptography API.

## ОПИСАНИЕ ПОДХОДА К РЕАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСИ НА БАЗЕ WEB CRYPTOGRAPHY API

Интерфейс Web Cryptography API, выбранный для создания методов электронной подписи, предоставляет для генерации ключей множество криптографических алгоритмов [6]. Однако для реализации электронной подписи принято использовать асимметричные алгоритмы шифрования, например, RSA или ECDSA – один из вариантов DSA-алгоритма

---

<sup>1</sup> Федеральный закон «О персональных данных» от 27.07.2006 № 63-ФЗ // Российская газета. 2006 г. [Электронный ресурс]: <https://rg.ru/documents/2006/07/29/personaljnnye-dannye-dok.html> (дата обращения: 20.01.2024).

с более высокой степенью надежности. С учетом проведенного анализа<sup>2</sup> для реализации электронной подписи был выбран алгоритм ECDSA, демонстрирующий высокий уровень криптостойкости, производительности, а также возможность достижения программной совместимости и масштабируемости.

В целом подход к реализации электронной подписи заключается в выполнении следующей последовательности действий и рекомендаций, сформулированных с учетом требований Web Cryptography API [4–6]:

1. Генерация ключей должна происходить на клиентской части ВОИС (непосредственно в браузере) при помощи асинхронного алгоритма шифрования ECDSA средствами интерфейса Web Cryptography API.

2. Приватный ключ должен зашифровываться кодовым словом пользователя и в зашифрованном виде храниться на сервере.

3. Для подписания электронного документа пользователю ВОИС будет необходимо повторно ввести кодовое слово для развертывания закрытого ключа, полученного с сервера, и дополнительного подтверждения своей личности.

Соблюдение указанных рекомендаций гарантирует защиту приватного ключа и невозможность его использования для создания электронной подписи без знания кодового слова. Подтверждение операций, отсутствие ошибок во время процедуры подписи документа и защита от фальсификации данных реализуются путем процедуры верификации электронной подписи открытым ключом со стороны сервера при выполнении соответствующего запроса. Таким образом пользователь ВОИС подтверждает свою личность при подписании электронного документа.

#### РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСИ И ПОДПИСАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ДОКУМЕНТОВ

Для выпуска электронной подписи необходимо сгенерировать приватный и публичный ключи посредством алгоритма ECDSA.

Создадим асинхронный метод `generateKeys()`, в котором будет происходить вызов метода `generateKey()` интерфейса `WebCryptoApi`. Код метода `generateKeys()` представлен на рисунке 1.

```
/* Сгенерировать пару ключей */
const generateKeys = async () => {
  return window.crypto.subtle.generateKey(
    {
      name: "ECDSA",
      namedCurve: "P-384",
    },
    true,
    ['sign']
  );
};
```

**Рис. 1.** Код метода `generateKeys()`

**Fig. 1.** The code for the `generateKeys()` method

<sup>2</sup>Ступина М. В., Илющенко А. Н. Сравнительный анализ алгоритмов электронной подписи [Электронный ресурс] // Молодой исследователь Дона. 2023. № 8 (3). С. 78–81. URL: [https://mid-journal.ru/upload/iblock/952/17\\_1711-Ilyushchenko\\_78\\_81.pdf](https://mid-journal.ru/upload/iblock/952/17_1711-Ilyushchenko_78_81.pdf) (дата обращения: 29.01.2024).

При генерации ключей посредством ECDSA алгоритма параметр `algorithm` представляет собой `EcKeyGenParams` объект. Данный объект должен включать имя алгоритма `name` – `ECDSA` и `namedCurve` – имя используемой эллиптической кривой в соответствии с рекомендациями NIST. Как показано в работе [7], оптимальным является выбор `P-384`. Параметр `extractable` передадим `true`, т.к. в дальнейшем потребуется использовать метод `SubtleCrypto.wrapKey()`. В массив `keyUsages` включим метод `sign`, потому что впоследствии данным ключом будет производиться подпись документов. Результатом выполнения метода `generateKeys()` будет объект типа `CryptoKeyPair`, включающий созданные публичный и приватный ключи электронной подписи.

Далее, согласно сформулированному подходу, необходимо зашифровать полученный приватный ключ кодовым словом пользователя.

Создадим асинхронный метод `getCodewordAsKey()`, внутри которого будет происходить преобразование кодового слова из строки в `CryptoKey`. При помощи вызова `enc.encode(codeword).buffer` преобразуем кодовое слово – строку в `ArrayBuffer` – двоичное представление данных. Далее последовательно выполним методы интерфейса `WebCryptoApi` `digest()` и `importKey()`. В метод `digest()` передадим параметром алгоритм дайджеста (`SHA-256`) в формате объекта и ранее полученное кодовое слово в формате `ArrayBuffer`. Код метода `getCodewordAsKey()` представлен на рисунке 2.

```
/* Преобразовать кодовое слово в CryptoKey */
const getCodewordAsKey = async (codeword: string) => {
  const enc = new TextEncoder();

  let codewordAsArrayBuffer: ArrayBuffer = enc.encode(codeword).buffer;

  return crypto.subtle.digest({ name: 'SHA-256' }, codewordAsArrayBuffer).then((result) =>
    crypto.subtle.importKey(
      'raw',
      result,
      {
        name: 'AES-CBC',
        length: 256,
      },
      false,
      ['wrapKey', 'unwrapKey']
    )
  );
};
```

**Рис. 2.** Код метода `getCodewordAsKey()`

**Fig. 2.** The code for the `getCodewordAsKey()` method

Далее создадим асинхронный метод `wrapPrivateKey()`, который в качестве параметров будет принимать приватный ключ электронной подписи, кодовое слово из заполненного пользователем поля формы и вектор инициализации – случайную последовательность байтов, который понадобится в дальнейшем также и для дешифровки ключа.

В этом методе вызовем ранее созданный метод `getCodewordAsKey()` для того, чтобы преобразовать кодовое слово из строки в `CryptoKey`, и после этого вызовем метод интерфейса `WebCryptoApi` `wrapKey()`. Параметр `wrapAlgo` – объект, указывающий

алгоритм, который будет использоваться для шифрования ключа (AES-CBC), где *iv* – вектор инициализации, передаваемый аргументом в метод `wrapPrivateKey()`. Код метода `wrapPrivateKey()` продемонстрирован на рисунке 3.

```
/* Зашифровать privateKey кодовым словом */
const wrapPrivateKey = async (keyToWrap: CryptoKey, codeword: string, iv: Uint8Array) => {
  const wrappingKey: CryptoKey = await getCodewordAsKey(codeword);

  const wrapParams = { name: 'AES-CBC', iv: iv };
  return window.crypto.subtle.wrapKey('pkcs8', keyToWrap, wrappingKey, wrapParams);
};
```

*Рис. 3. Код метода wrapPrivateKey()*

*Fig. 3. The code for the wrapPrivateKey() method*

Для отправки сгенерированных ключей на сервер необходимо преобразовать их в формат BASE64. Для этого реализуем асинхронные методы `preparePublicKey()` и `preparePrivateKey()`.

В методе `preparePublicKey()` вызовем метод интерфейса `WebCryptoApi` `exportKey()`, который принимает в качестве входных данных `CryptoKey` объект и возвращает ключ во внешнем переносимом формате. Результат выполнения предыдущей операции преобразуем в `Uint8Array`, а затем в BASE64. Код метода `preparePublicKey()` представлен на рисунке 4.

```
// преобразовать publicKey из CryptoKey в BASE64
const preparePublicKey = async (publicKey: CryptoKey) => {
  const publicKeyToArrayBuffer = await window.crypto.subtle.exportKey('spki', publicKey);
  const publicKeyToUint8Array = new Uint8Array(publicKeyToArrayBuffer);
  return Base64.fromUint8Array(publicKeyToUint8Array);
};
```

*Рис. 4. Код метода preparePublicKey()*

*Fig. 4. The code for the preparePublicKey() method*

Метод `preparePrivateKey()` дополнительно позволяет объединить приватный ключ и вектор инициализации для дальнейшей возможности их совместной передачи и разъединения. Код данного метода представлен на рисунке 5.

```
// Объединить iv и wrapped privateKey и преобразовать в BASE64
const preparePrivateKey = async (privateWrapKey: ArrayBuffer, iv: Uint8Array) => {
  const privateWrapKeyToU8A = new Uint8Array(privateWrapKey);
  const mergedWrappedPrivateKeyAndIV = new Uint8Array(privateWrapKeyToU8A.length + iv.length);
  mergedWrappedPrivateKeyAndIV.set(iv);
  mergedWrappedPrivateKeyAndIV.set(privateWrapKeyToU8A, iv.length);

  return Base64.fromUint8Array(mergedWrappedPrivateKeyAndIV);
};
```

*Рис. 5. Код метода preparePrivateKey()*

*Fig. 5. The code for the preparePrivateKey() method*

Вектор инициализации, полученный при оборачивании ключа кодовым словом, впоследствии будет нужен для обратной операции – расшифровки приватного ключа для осуществления подписи документа. Преобразуем зашифрованный кодовым словом приватный ключ в Uint8Array и выполним объединение массивов. Далее преобразуем полученное значение в BASE64.

На рисунке 6 представлен код метода createSignature(), который предназначен непосредственно для выпуска электронной подписи.

```
/* возвращает пару ключей в BASE64 (public и зашифрованный кодовым словом privateKey+iv) */
export const createSignature = async (codeword: string) => {
  const keyPair: CryptoKeyPair = await generateKeys();
  const iv: Uint8Array = window.crypto.getRandomValues(new Uint8Array(16));
  const privateWrapKey: ArrayBuffer = await wrapPrivateKey(keyPair.privateKey, codeword, iv);
  const publicKey: string = await preparePublicKey(keyPair.publicKey);
  const privateKey: string = await preparePrivateKey(privateWrapKey, iv);

  return {publicKey, privateKey};
};
```

**Рис. 6.** Код метода createSignature()

**Fig. 6.** The code for the createSignature() method

Далее создадим метод getUnwrapKey(), принимающий параметрами приватный ключ, вектор инициализации и кодовое слово. Результатом выполнения данного метода будет распакованный приватный ключ в формате CryptoKey. Код данного метода представлен на рисунке 7.

```
/* Расшифровать privateKey введенным кодовым словом */
const getUnwrapKey = async (privateKey: ArrayBuffer, iv: Uint8Array, codeword: string) => {
  const unwrappingKey: CryptoKey | undefined = await getCodewordAsKey(codeword);
  const unwrapAlgo = { name: 'AES-CBC', iv };
  const unwrappedKeyAlgo = { name: 'ECDSA', hash: 'P-384', };

  return window.crypto.subtle.unwrapKey(
    'pkcs8',
    privateKey,
    unwrappingKey,
    unwrapAlgo,
    unwrappedKeyAlgo,
    true,
    ['sign']
  );
};
```

**Рис. 7.** Код метода getUnwrapKey()

**Fig. 7.** The code for the getUnwrapKey() method

Для подписания документа необходимо сначала расшифровать приватный ключ, получаемый с сервера. Создадим асинхронный метод unwrapPrivateKey(), принимающий кодовое слово и приватный ключ (объединенный с вектором инициализации). Здесь происходит вызов метода getUnwrapKey() с использованием механизма для обработки исключений. Если операция распаковки ключа выполнена успешно, метод вернет расшифрованный приватный ключ в формате CryptoKey. Код метода продемонстрирован на рисунке 8.

```

/* Отделить iv от privateKey и расшифровать кодовым словом */
const unwrapPrivateKey = async (codeword: string, privateKeyBase64: string) => {
  const privateKeyAndIv: Uint8Array = Base64.toUint8Array(privateKeyBase64);
  const iv: Uint8Array = privateKeyAndIv.subarray(0, 16);
  const privateKey: ArrayBufferLike = privateKeyAndIv.slice(16).buffer;
  let unwrappedKey: CryptoKey | undefined;
  try {
    unwrappedKey = await getUnwrapKey(privateKey, iv, codeword);
  } catch (error) {
    throw new AppError(AppErrorCode.WRONG_CODEWORD, `Неверное кодовое слово.`);
  }
  return unwrappedKey;
};

```

**Рис. 8.** Код метода `unwrapPrivateKey()`

**Fig. 8.** The code for the `unwrapPrivateKey()` method

Для осуществления подписи документов создадим асинхронный метод `signDocument()`, принимающий параметрами файл, содержащий документ, и приватный ключ. В рамках данного метода вызовем метод интерфейса `WebCryptoApi` `sign()`. Результатом выполнения данного метода является подписанный документ в формате `ArrayBuffer`. Код данного метода представлен на рисунке 9.

```

/* Подписать документ */
const signDocument = async (unwrappedKey: CryptoKey, hashedDocument: ArrayBuffer) => {
  const signAlgo = {name: 'ECDSA', hash: 'SHA-256'};
  return window.crypto.subtle.sign(
    signAlgo,
    unwrappedKey,
    hashedDocument
  );
};

```

**Рис. 9.** Код метода `signDocument()`

**Fig. 9.** The code for the `signDocument()` method

Далее создадим асинхронный метод `signatureDocument()`, принимающий параметрами файл документа, кодовое слово и приватный ключ (объединенный с вектором инициализации), полученные с сервера. Вызовем созданный ранее метод `unwrapPrivateKey()`, передав в него кодовое слово, объединенный приватный ключ и вектор инициализации. Далее вызовем метод `signDocument()`, передав в него полученный распакованный приватный ключ и файл документа. Полученную последовательность в формате `ArrayBuffer` подписанного файла преобразуем в `BASE64` формат для отправки на сервер. Код данного метода продемонстрирован на рисунке 10.

```

/* Расшифровать приватный ключ кодовым словом и подписать документ */
export const signatureDocument = async (file: any, codeword: string, privateKey: string) => {
  const unwrappedKey: CryptoKey = await unwrapPrivateKey(codeword, privateKey);
  const signature = await signDocument(unwrappedKey, file);
  const signatureToBase64 = Base64.fromUint8Array(new Uint8Array(signature));

  return signatureToBase64;
};

```

**Рис. 10.** Код метода `signatureDocument()`

**Fig. 10.** The code for the `signatureDocument()` method

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом подход, основанный на применении методов спецификации Web Cryptography API, обеспечивает защиту данных пользователей на клиентской стороне ВОИС. Помимо описанных возможностей создания электронной цифровой подписи, область применения Web Cryptography API варьирует от аутентификации пользователя или службы, подписи документов или кода, а также обеспечения конфиденциальности и целостности связи.

Применение Web Cryptography API является перспективным направлением в области определения криптографических примитивов, которые должны быть развернуты в браузерах в JS-приложениях и могут быть использованы, например, для взаимодействия с криптомодулем Node.js. Однако следует отметить, что достижение должного уровня информационной безопасности ВОИС требует разработки формализованных моделей, учитывающих противоречивые политики безопасности сочетания множества API, которые могут быть использованы при веб-разработке.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мехдиев Э. Т., Плеханова Е. А. Развитие систем электронного документооборота в цифровой экономике // Дискуссия. 2023. № 1(116). С. 58–70. DOI: 10.46320/2077-7639-2022-6-115-52-70
2. Гончаров Е. И., Шатковская Т. В. Проблемы применения цифровой подписи в электронном документообороте России // Северо-Кавказский юридический вестник. 2020. № 2. С. 97–103. DOI: 10.22394/2074-7306-2020-1-2-97-103
3. Баранов А. С. Использование средств криптографической защиты информации в организациях // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 6-1 (96). С. 131–133. DOI: 10.23670/IRJ.2020.96.6.023
4. Былинский М. Д. Защита приложений javascript с помощью Web Cryptography Api // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Физико-математические и технические науки. 2022. № 1. С. 53–60.
5. Cairns K., Halpin H., Steel G. Security Analysis of the W3C Web Cryptography API // Proceedings of Security Standardisation Research (SSR). Gaithersberg. 2017. Pp. 112–140. DOI: 10.1007/978-3-319-49100-4\_5
6. Wichmann P., Blochberger M., Federrath H. Web Cryptography API // Prevalence and Possible Developer Mistakes. In Proceedings of the 17th International Conference on Availability, Reliability and Security (ARES '22). Association for Computing Machinery. New York. 2022. Pp. 1–10. DOI: 10.1145/3538969.3538977
7. Samir A., Abo-Taleb M., Shalaby, Nabil M., Elramly S. A Side-Channel Attack Resistant ECDSA // International Conference on Advanced Information Systems and Engineering. Journal of Physics: Conference Series. Cairo, Egypt. 2019. Pp. 112–140. DOI: 10.1088/1742-6596/1454/1/012003

## REFERENCES

1. Mekhdiiev E.T., Plekhanova E.A. Development of electronic document management systems in the digital economy. *Diskussiya* [Discussion]. 2023. No. 1(116). Pp. 58–70. DOI: 10.46320/2077-7639-2022-6-115-52-70. (In Russian)
2. Goncharov E.I., Shatkovskaya T.V. Problems of using digital signatures in electronic document management in Russia. *Severo-Kavkazskiy yuridicheskiy vestnik* [North Caucasian Legal Bulletin]. 2020. No. 2. Pp. 97–103. DOI: 10.22394/2074-7306-2020-1-2-97-103. (In Russian)

3. Baranov A.S. Use of cryptographic information protection tools in organizations. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Scientific Research Journal]. 2020. No. 6-1 (96). Pp. 131–133. DOI: 10.23670/IRJ.2020.96.6.023. (In Russian)
4. Bylinskiy M.D. Protecting JavaScript applications using the Web Cryptographs Api. *Vestnik Baltiyskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta. Seriya: Fiziko-matematicheskie i tekhnicheskie nauki* [Bulletin of the Baltic Federal University. I. Kant. Series: Physics, mathematics and technical sciences]. 2022. No. 1. Pp. 53–60. (In Russian)
5. Cairns K., Halpin H., Steel G. Security Analysis of the W3C Web Cryptography API. *Proceedings of Security Standardisation Research (SSR)*. Gaithersberg. 2017. Pp. 112–140. DOI: 10.1007/978-3-319-49100-4\_5
6. Wichmann P., Blochberger M., Federrath H. Web Cryptography API. Prevalence and Possible Developer Mistakes. *In Proceedings of the 17th International Conference on Availability, Reliability and Security (ARES '22)*. Association for Computing Machinery. New York. 2022. Pp. 1–10. DOI: 10.1145/3538969.3538977
8. Samir A., Abo-Taleb M., Shalaby et al. A Side-Channel Attack Resistant ECDSA. *International Conference on Advanced Information Systems and Engineering. Journal of Physics: Conference Series*. Cairo, Egypt. 2019. Pp. 112–140. DOI: 10.1088/1742-6596/1454/1/012003

#### **Информация об авторе**

**Ступина Мария Валерьевна**, канд. пед. наук, доцент кафедры информационных технологий, Донской государственный технический университет;  
344003, Россия, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1;  
masamvs@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6394-6966>

#### **Information about the author**

**Maria V. Stupina**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Information Technology, Don State Technical University;  
344003, Russia, Rostov-on-Don, 1 Gagarina square;  
masamvs@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6394-6966>

## Совершенствование химической защиты посевов кукурузы путем разработки универсальных сельскохозяйственных роботов

В. М. Шуганов

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

**Аннотация.** Рассмотрены основные параметры, оказывающие влияние на эффективность химической защиты кукурузы. Представлен подробный анализ влияния погодных факторов (температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха), выбора пестицида, нормы расхода и размера капель рабочего раствора, сроков обработки на урожайность посевов кукурузы. Указан оптимальный размер капель рабочего раствора для борьбы с сорняками, болезнями и вредителями кукурузы, их зависимость от типа распылителя. Отмечена необходимость совершенствования химической защиты посевов кукурузы от сорняков, болезней и вредителей с целью повышения качества обработки, оптимизации расхода пестицидов, снижения ущерба окружающей среде. Отмечены особенности ультрамалообъемного (УМО) опрыскивания, указаны преимущества и недостатки этого метода. В статье приводятся предпосылки, способствующие переходу сельского хозяйства к использованию цифровых и интеллектуальных технологий, автоматизации и роботизации отрасли, в том числе в области химической защиты посевов кукурузы, а также преимущества их применения. На основании собственных экспериментов и анализа данных отечественных и зарубежных исследователей в области химической защиты растений дано обоснование и отмечена целесообразность дальнейшего совершенствования автономного мобильного сельскохозяйственного «робота-агрозащитника» КБНЦ РАН с системой распознавания сорняков и механизмом локального (точечного) внесения пестицидов на основе учета метеорологических условий в режиме реального времени.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, химическая защита растений, ресурсосберегающие технологии, опрыскивание кукурузы, цифровые и интеллектуальные технологии, робот-агрозащитник

Поступила 13.11.2023, одобрена после рецензирования 12.01.2024, принята к публикации 15.01.2024

**Для цитирования.** Шуганов В. М. Совершенствование химической защиты посевов кукурузы путем разработки универсальных сельскохозяйственных роботов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 1. С. 48–58. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-1-48-58

Original article

## Improving the chemical protection of corn crops by developing universal agricultural robots

V.M. Shuganov

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

**Abstract.** The main parameters influencing the effectiveness of chemical protection of corn are considered. A detailed analysis of the influence of weather factors (temperature, relative humidity and air speed), choice of pesticide, application rate and droplet size of the working solution, and timing of treatment

on the yield of corn crops is presented. The optimal droplet size of the working solution for controlling weeds, diseases and pests of corn is indicated, and their dependence on the type of sprayer. The need to improve the chemical protection of corn crops from weeds, diseases and pests was noted in order to improve the quality of processing, optimize the consumption of pesticides, and reduce environmental damage. The features of ultra-low-volume spraying (ULV) are noted, and the advantages and disadvantages of this method are indicated. The article describes the prerequisites facilitating the transition of agriculture to the use of digital and intelligent technologies, automation and robotization of the industry, including in the field of chemical protection of corn crops, as well as the advantages of their use. Based on our own experiments and data analysis, domestic and foreign researchers in the field of chemical plant protection, a justification is given and the feasibility of further improving the autonomous mobile agricultural “Robot Agroprotector” of the KBSC RAS with a weed recognition system and a mechanism for local (point) application of pesticides based on meteorological data is noted. conditions in real time.

**Keywords:** agriculture, chemical plant protection, resource-saving technologies, corn spraying, digital and intelligent technologies, agricultural robot

*Submitted 13.11.2023,*

*approved after reviewing 12.01.2024,*

*accepted for publication 15.01.2024*

**For citation.** Shuganov V.M. Improving the chemical protection of corn crops by developing universal agricultural robots. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS.* 2024. Vol. 26. No. 1. Pp. 48–58. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-1-48-58

## ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе в мире наблюдается активное использование цифровых технологий, которые позволяют эффективно решать многие задачи агропромышленного комплекса (АПК). В России разработан ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» для сокращения отставания по производительности труда, урожайности и другим показателям от стран с традиционно развитым сельским хозяйством. Проект направлен на повышение внимания к мерам государственной поддержки в части стимулирования развития цифровых технологий в агропромышленном комплексе. Создаются специализированные платформы и цифровые ресурсы, которые предоставляют доступ к современным решениям и информации [1].

Опыт производителей аграрной продукции по всему миру свидетельствует о том, что применение цифровых технологий формирует условия, обеспечивающие мониторинг роста и развития в течение всего жизненного цикла, своевременное обнаружение рисков и оптимальное реагирование на них. Такой подход способствует повышению объемов производства продукции, производительности труда, снижению материальных затрат и созданию безлюдных технологий, защиты окружающей среды.

Наиболее востребованными направлениями цифровизации сельского хозяйства являются автоматизация и роботизация на основе передовых информационных технологий (ИТ) для сокращения объемов монотонных и трудоемких технологических процессов.

Эффективность применения роботов в аграрной отрасли заключается не только в известных преимуществах индустриализации производства, но и в создании наиболее благоприятных условий для биологических объектов. Непосредственное взаимодействие с живыми организмами осуществляют автономные мобильные сельскохозяйственные роботы, поэтому их необходимо оснащать определенными возможностями на основе использования искусственного интеллекта [2]. В ведущих странах мира (США, ЕС, Япония, Китай, Великобритания и др.) отмечается постоянное расширение использования роботов, обладающих машинным зрением и искусственным интеллектом, для решения различных задач в сельском хозяйстве.

Развитие «интеллектуального» сельского хозяйства основано на применении автоматизированных систем принятия решений, комплексной автоматизации и роботизации производства, а также технологиях проектирования и моделирования экосистем [3].

За последние годы благодаря применению перспективных «интеллектуальных» цифровых технологий стало возможно обеспечение эффективной борьбы с сорняками, болезнями и вредителями на посевах сельскохозяйственных культур при минимальном использовании пестицидов и значительном снижении негативного воздействия на экологию.

Актуальность исследований заключается в необходимости комплексного подхода к разработке ресурсосберегающего метода обработки кукурузы, сочетающего качественный мониторинг состояния посевов, учет метеорологических условий для «интеллектуального» точечного (локального) опрыскивания в зависимости от используемого пестицида (инсектицид, фунгицид, гербицид), характера его действия (системный, контактный), нормы внесения действующего вещества на единицу площади.

**Объект исследования** – методы опрыскивания посевов кукурузы.

**Предмет исследования** – ресурсосберегающий метод опрыскивания посевов кукурузы при производстве гибридных семян.

**Цель исследования** – совершенствование «интеллектуального» метода внесения пестицидов путем качественного мониторинга и учета метеоусловий в режиме реального времени для «интеллектуальной» точечной обработки посевов при производстве гибридных семян кукурузы.

Исходя из этого нами были поставлены следующие задачи:

1. Изучение параметров, оказывающих влияние на эффективность опрыскивания посевов при производстве гибридных семян кукурузы.
2. Оптимизация «интеллектуального» метода опрыскивания посевов кукурузы на основе качественного мониторинга мультиспектральной камерой на наличие сорняков, болезней и вредителей, а также учета температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в режиме реального времени для максимальной экономии пестицидов, снижения экологической нагрузки и повышения экономической эффективности.

Научная новизна исследования заключается в разработке нового комплексного подхода к проблеме химической защиты посевов кукурузы путем мониторинга с помощью мультиспектральной камеры на наличие сорняков, болезней и вредителей, а также учета метеорологических факторов (температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха) в режиме реального времени для оптимизации параметров локального (точечного) проведения опрыскивания.

**Материал исследования** – анализ современных методов опрыскивания посевов сельскохозяйственных культур и «интеллектуального» точечного опрыскивания «роботом-агрозащитником» КБНЦ РАН.

Исследования выполнены в 2022–2023 гг. методом полевого опыта в ходе тестирования «робота-агрозащитника» КБНЦ РАН при опрыскивании посевов гибридов кукурузы на экспериментальном участке ИСХ КБНЦ РАН, НПУ № 2 в условиях степной зоны Кабардино-Балкарской Республики (с. п. Опытное Терского муниципального района).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### ПАРАМЕТРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ КУКУРУЗЫ

Современные высокоурожайные сорта и гибриды зерновых культур могут проявить свои лучшие качества только при эффективной их защите от возможных рисков (сорняков, болезней и вредителей), поэтому оптимизацией опрыскивания зерновых культур ведущие

научные учреждения страны – Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений (ВИЗР), Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии (ВНИИФ) и др. – занимаются еще с 70-х годов XX века. На протяжении этого периода основные положения интегрированной защиты зерновых культур изменялись и совершенствовались с учетом создания новых сортов и гибридов интенсивного типа, обновления ассортимента пестицидов и стимуляторов роста растений, изменения фитосанитарной обстановки [4].

Известно, что ежегодные мировые потери сельскохозяйственной продукции от вредных организмов составляют порядка 35 %, в том числе от вредителей – 13,8 %, болезней – 9,2 % и сорняков – 12 %, следовательно, защита растений является острой необходимостью. При проведении защиты посевов от всевозможных рисков важно обеспечить правильное, обоснованное применение препаратов, которое будет способствовать реализации генетического потенциала растений и получению продукции, не содержащей остаточных количеств пестицидов выше предельно допустимых норм [5]. Наряду с этим ежегодно повышается внимание к экологическим аспектам использования пестицидов [6].

Общими основами рационального и эффективного применения химических средств в интегрированной защите растений являются: знание биологии, уязвимых фаз развития вредных организмов и экономических порогов их вредоносности (ЭПВ), то есть плотности популяций вредных организмов, при которых целесообразно проводить защитные мероприятия. Экономически ощутимым вредом принято считать потери 3–5 % урожая, но в отношении многих вредных организмов борьбу следует начинать еще до достижения ЭПВ и обеспечивать постоянный контроль вредителей, болезней и сорной растительности [7].

Большое значение в защитных мероприятиях имеет правильный выбор химических препаратов, эффективность которых зависит от соблюдения многих параметров при обработке посевов. Правильное применение пестицидов подразумевает в первую очередь учет погодных условий. Так, при различных видах опрыскивания (ультрамалообъемное (УМО), малообъемное, среднеобъемное, высокообъемное) требования к погодным условиям могут колебаться в широких пределах: температура воздуха – от 15 до 25 °С, влажность воздуха – от 60 до 75 %, скорость ветра – от 2 до 5 м/с. Указанные параметры погоды необходимо соблюдать, так как многие пестициды не приносят ожидаемых результатов при минимальных отклонениях.

Значительное снижение эффективности химической защиты растений наблюдается при высоких температурах и низкой относительной влажности воздуха, когда интенсивное испарение приводит к тому, что часть рабочего раствора не достигает целевой поверхности, поглощаясь горячим воздухом окружающей среды.

Сильный ветер во время опрыскивания приводит к большим потерям рабочего раствора из-за сноса капель и неравномерного распыления. Потоки воздуха поднимают вверх мелкие капли, которые оседают за пределами обработанного поля. Данная проблема усиливается при опрыскивании мелкодисперсными форсунками.

К другим параметрам, оказывающим влияние на качество опрыскивания, относятся норма расхода и размер капель рабочего раствора. По количеству рабочей жидкости на 1 га и преобладающему размеру капель опрыскивание подразделяют на:

- малолитражное крупнокапельное (обычное) опрыскивание, норма расхода – 300–600 л;
- микролитражное среднекапельное (малообъемное) опрыскивание, норма расхода – 100–250 л, размер капель – 15–300 мкм;

- микролитражное мелкокапельное (микрообъемное) опрыскивание, норма расхода – 25–100 л, размер капель – 30–150 мкм;

- утралообъемное опрыскивание концентрированными, не разбавленными водой эмульсиями пестицидов и масляными растворами, норма расхода – 0,6–5 л, размер капель – 1–20 мкм.

Количество, размер, преобладающий спектр и направление капель рабочего раствора будут определяться типом и конструкцией распылителя. Пропорциональное соотношение мелких, средних и крупных капель может варьировать, поэтому в зависимости от объекта применения подбирают тип форсунок, используемых для опрыскивания. Так, при обработке посевов гербицидами против сорняков требуется достижение равномерности и высокой плотности покрытия, что достигается подбором форсунок для получения капель рабочего раствора размером 100–300 микрон.

Для фунгицидных и инсектицидных обработок лучше использовать распылители с мелкой дисперсией – 30–150 и 10–150 микрон соответственно, чтобы обеспечить хорошее проникновение и лучшее покрытие раствором максимальной площади органов растений по ярусам.

Эффективность химической защиты может значительно снижаться, если не соблюдать рекомендуемые погодные условия. В таком случае для минимизации потерь пестицидов в результате сноса и испарения, более равномерного распределения препарата на целевой поверхности при обработке посевов или, например, учитывая оптимальную для обработки фазу развития культуры, подбирают соответствующие форсунки.

Опрыскивание широколиственных культур (кукуруза, подсолнечник и др.) имеет свои особенности: крупные капли оседают на верхней поверхности листьев и не попадают на нижние ярусы, а для проникновения в стеблестой лучше использовать мелкодисперсное распыление, так как мелкие капли лучше перемещаются в горизонтальной плоскости и проникают вглубь сквозь ярусы листьев. Необходимо отметить, что выбор оптимального распылителя обеспечивает повышение эффективности воздействия препарата.

Известно, что при повышении дисперсности распыления, то есть уменьшении размера капель, наблюдается следующий интересный эффект: если по диаметру капли будут различаться между собой в два раза, то их объемы – уже в 8 раз, а при разнице размеров в 4 раза объемы различаются в 64 раза (табл. 1).

**Таблица 1.** Количество капель в см<sup>2</sup> в зависимости от их размера

**Table 1.** Number of drops per cm<sup>2</sup> depending on their size

| Размер частиц,<br>мкм | Количество капель,<br>см <sup>2</sup> |
|-----------------------|---------------------------------------|
| 200                   | 2,4                                   |
| 100                   | 19                                    |
| 50                    | 153                                   |
| 20                    | 2 387                                 |
| 10                    | 19 099                                |

Дисперсность, или размер капель, определяет объем вносимого рабочего раствора. Чем меньше размер капель, тем больше площадь покрытия целевого объекта [8]. По размеру капель дисперсность классифицируется следующим образом (табл. 2).

**Таблица 2.** Классификация состояния рабочей жидкости в зависимости от размера капель**Table 2.** Classification of the state of the working fluid depending on the droplet size

| Диаметр капли,<br>мкм | Состояние    |
|-----------------------|--------------|
| 500–600               | Слабый дождь |
| 400–300               | Морось       |
| 50–200                | Туман        |
| 30–50                 | Облачность   |
| 10–15                 | Аэрозоль     |

Выбор размера капель зависит от класса пестицида и параметров его действия. Оптимальный расход препарата указывается в регламентах его применения.

Одним из важнейших условий для достижения высокой эффективности химической защиты сельскохозяйственных культур является соблюдение сроков обработки, чтобы не упустить возможность контроля вредного объекта на посевах. Например, до фазы 2-3-го настоящего листа кукуруза слабо реагирует на сорные растения, а с фазы 3-8-го листа они становятся причиной значительного снижения урожайности. Наиболее опасным периодом в развитии кукурузы считается фаза 5-7 листьев (20–30 дней), когда формируется количество рядов зерен в початке будущего урожая. По мнению ученых, именно внесение пестицидов в оптимальные сроки может обеспечить получение высоких урожаев зерновых культур [9].

#### ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОПРЫСКИВАНИЯ ПОСЕВОВ КУКУРУЗЫ

Ресурсосберегающие технологии, используемые в области защиты растений, до наступления «эры цифровизации» не всегда могли обеспечивать максимально качественную обработку, что приводило к повышению засоренности полей, количества болезней и вредителей. Поэтому во многих странах мира для повышения эффективности защиты посевов сельскохозяйственных культур переходят к использованию цифровых технологий в этой области, а также осуществляют разработку и систематическое совершенствование различных автономных робототехнических устройств для выполнения комплекса агротехнических мероприятий.

Первоначально роботизацию сельского хозяйства стали применять при выполнении монотонных и опасных для здоровья операций, а также решения проблем с дефицитом неквалифицированных работников, особенно при проведении сезонных работ или в выходные дни. Нехватка работников в отрасли привела к значительному увеличению оплаты их труда [10]. Кроме того, в аграрной сфере есть необходимость дальнейшего повышения специализации трудовых операций как фактора увеличения производительности труда [11]. Поэтому сегодня спектр использования сельскохозяйственных роботов стал значительно шире и позволяет:

- анализировать готовность сельскохозяйственных угодий к посевным работам, отслеживать ход вегетации растений с целью эффективного и оперативного планирования агротехнических мероприятий (химическая защита от вредителей и болезней, подкормка, орошение и т.д.);
- прогнозировать показатели эффективности производства (общий валовой сбор, урожайность с га), а также своевременно выявлять производственные риски (появление вредителей, болезней растений, засоленности почв и др.);

- принимать эффективные решения по управлению использованием ресурсов сельскохозяйственных предприятий.

Использование указанных технологий наряду с решением многих задач позволяет совершенствовать методы внесения пестицидов с помощью опрыскивания при одновременном снижении химической нагрузки на агроценозы. Сокращение расхода препарата на единицу площади (гектар) снижает затраты на производство продукции растениеводства. Специалисты в области защиты растений отмечают, что непроизводительное попадание пестицидов в окружающую среду зависит от учета метеоусловий, физико-химических свойств препарата, дисперсности распыла или выбранных для работы форсунок и др. [12]. По мнению других ученых, основным направлением совершенствования химической защиты полевых культур является применение ультрамалообъемного опрыскивания, которое значительно снижает нормы расхода раствора препарата на единицу обрабатываемой площади [13]. К преимуществам УМО опрыскивания относят:

- повышение биологической активности пестицида, что позволяет увеличить площадь обработки;

- уменьшение диаметра капель, что приводит к прекращению стекания препарата в почву;

- снижение количества используемой воды для опрыскивания;

- экономия ресурсов.

Однако УМО опрыскивание имеет также определенные недостатки:

- сильный снос капель рабочего раствора ветром, уже при 3 м/с потери достигают 20–50 %;

- увеличение испарения мелких капель при температуре 20 °С и влажности воздуха 80 %, время нахождения капель размером 50, 100 и 200 микрометров в воздухе составляет соответственно 12,5, 50 и 200 секунд;

- повышенные требования к качеству воды (норма рН для большинства пестицидов около 6);

- потеря активности препаратов, разведенных в воде, уже через 4-6 часов;

- высокая стоимость препаратов для УМО опрыскивания на отечественном рынке.

Учитывая наличие большого количества факторов, оказывающих влияние на оптимизацию химической защиты растений и снижение негативного воздействия на экологию, достаточно актуальной и привлекательной является роботизация данного направления. Ведущие мировые производители автоматизированных сельскохозяйственных систем сегодня создают в основном дорогостоящих узкоспециализированных роботов (для отбора семян, посева, прополки и ухода за растениями, уборки урожая, доения коров, подталкивания кормов животным, диагностики заболеваний птиц и др.), хотя в отрасли уже имеется запрос на разработку многофункциональных универсальных автоматизированных систем. Однако для дальнейшего развития сельскохозяйственной робототехники необходимо решить ряд проблем, к которым относятся:

- увеличение производительности за единицу времени при проведении агротехнических мероприятий;

- повышение мобильности за счет оптимального проектирования ходовой части, максимально соответствующей сложным требованиям эксплуатации в полевых условиях;

- реализация возможности быстрого функционального переоснащения под другие задачи путем замены модулей или дополнительных устройств;

- значительное повышение энергоэффективности за счет установки солнечных батарей, что должно обеспечить непрерывную работу всех органов в течение рабочего дня;

- повышение надежности для снижения эксплуатационных расходов и сервисного обслуживания.

На сегодняшний день агророботы все еще остаются редкостью в нашей стране. Их можно встретить только на самых модернизированных производствах. Россия пока отстает от зарубежных инноваций в данной сфере [14]. При этом европейские и американские компании активно работают в области защиты посевов сельскохозяйственных культур: BoniRob (Германия), ecoRobotix (Швейцария), Dino (США) и др.

Для решения задач в области химической защиты растений сотрудники КБНЦ РАН осуществляют разработку многофункционального автономного мобильного «робота-агрозащитника», который благодаря наличию мультиспектральной камеры обеспечивает качественный мониторинг посевов кукурузы на наличие сорняков, болезней и вредителей, а также производит моментальное точечное (локальное) опрыскивание с учетом метеоусловий в режиме реального времени. Очень важно, что при этом обеспечивается повышение энерго- и ресурсосберегающего эффекта, расширяются возможности по обнаружению и локальной (точечной, более эффективной) обработке посевов кукурузы, а также отмечается значительное сокращение экологической нагрузки на сельскохозяйственные угодья.

Тестирования, проведенные в 2022–2023 гг. на экспериментальном участке ИСХ КБНЦ РАН в с. п. Опытное Терского муниципального района Кабардино-Балкарской Республики, подтвердили эффективность применения «робота-агрозащитника». Благодаря возможности мониторинга рисков в режиме реального времени, учета метеоусловий и моментальной точечной (локальной) обработки удалось добиться значительного снижения количества пестицидов, вносимых на единицу площади (до 75–95 %). При этом сокращается стрессовое действие на посевы кукурузы (замедление роста, развитие различных метаболических процессов, появление пятен, ожогов, скручивание листьев) и увеличивается урожайность на 11,2–14,5 %.

Несмотря на то, что роботизация и автоматизация производства продукции остаются одними из основных трендов развития отечественного АПК, внедрение тех или иных решений осуществляется недостаточно быстро. Дополнительные трудности и замедление темпов реализации подобных проектов создают вводимые зарубежными странами антироссийские санкции, запреты на обмен технологиями и уход поставщиков комплектующих из страны.

В сложившихся условиях для повышения эффективности разработок сельскохозяйственной робототехники необходимо обеспечить государственную поддержку отечественным производителям автоматизированных и роботизированных установок через систему государственного заказа, а также организациям АПК по их приобретению. О необходимости государственной поддержки в вопросе приоритетности внедрения цифровых интеллектуальных и роботизированных технологий в сельском хозяйстве говорят ученые и производители сельскохозяйственной продукции [15]<sup>1</sup>.

Вместе с тем важными факторами для развития робототехники являются готовность спроса и развитие компаний-интеграторов. Промышленная робототехника развивается не сама по себе, а как ответ на запросы, появляющиеся в индустрии [16].

Таким образом, перспективы развития отечественной робототехники связаны с созданием механизмов эффективного взаимодействия государства, бизнеса и научного сообщества.

---

<sup>1</sup> Житникова Ю. Цифровизация АПК – без господдержки не обойтись // Российский аграрный портал. <https://agroportal-ziz.ru/news/cifrovizaciya-apk-bez-gospodderzhki-ne-oboitis>

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая запрос отечественного рынка на автоматизацию и роботизацию АПК, в том числе в области химической защиты растений для эффективной защиты посевов кукурузы от сорняков, болезней и вредителей, очень важно осуществлять совершенствование функциональности, надежности и энергоэффективности «робота-агрозащитника» КБНЦ РАН. Расширение возможностей многофункционального робота повысит качество мониторинга для борьбы с возможными рисками и позволит в режиме реального времени, с учетом погодных условий (температуры, скорости движения воздуха, относительной влажности воздуха), осуществлять автоматическое регулирование параметров для проведения локального опрыскивания.

По мнению специалистов, дальнейшее повышение эффективности опрыскивания посевов кукурузы будет способствовать увеличению урожайности до 20 %, значительной экономии расхода пестицидов и снижению вреда экологии. Реализация такого подхода может способствовать коренному пересмотру существующих принципов и методов защиты растений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордеев А. В., Патрушев Д. Н., Лебедев И. В. и др. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство». М.: Росинформагротех, 2019. 48 с.
2. Джафаров К. Х., Шаймаков Е. Х. Универсальная роботизированная платформа для повышения эффективности сельскохозяйственных работ // Вестник магистратуры. 2016. № 11-3(62). С. 34–36.
3. Коробошев О. З. Цифровые технологии в сельском хозяйстве // Вестник науки и образования. 2021. № 11-2(114). С. 65–68.
4. Алехин В. Т. Пути оптимизации защиты зерновых культур // Защита и карантин растений. 2014. № 8. С. 3–8.
5. Шуганов В. М., Лешкенов А. М., Шогенов А. Х., Кантиев З. Ю. Разработка перспективного метода опрыскивания для производства гибридных семян кукурузы // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 6(110). С. 236–248. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-6-110-236-248
6. Никитин Н. В., Спиридонов Ю. Я., Соколов М. С. и др. Использование современных опрыскивателей в адаптивной защите растений // Агрохимия. 2008. № 11. С. 51–59.
7. Денискина Н. Ф., Гаспарян Ш. В., Дыйканова М. Е. и др. Защита сельскохозяйственных культур от вредных организмов в периоды ухода и хранения: учебное пособие. М.: МЭСХ, 2021. 108 с.
8. Шириев В. М., Закиева З. А., Гараньков И. Н. Эффективность применения ультрамалообъемных (УМО) опрыскивателей для ускорения достижения уборочной спелости растений // Инновационные направления в химизации земледелия и сельскохозяйственного производства: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием и Всероссийской школы молодых ученых. Белгород, 19–21 июня 2019. С. 174–180.
9. Владыкин О. О. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от сроков применения гербицидов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. № 2. С. 100–102.
10. Морозов Н. М., Горбачев М. И. Экономические аспекты автоматизации доения коров // Вестник Московского государственного агроинженерного университета им. В. П. Горячкина. 2008. № 5. С. 13–15.

11. Семин А. Н., Скворцов Е. А. Трансформация трудовой деятельности в условиях применения робототехники в сельском хозяйстве // АПК: экономика, управление. 2018. № 11. С. 76–84.
12. Лысов А. К., Волгарев С. А. Прогрессивные технологии опрыскивания проходят проверку // Защита и карантин растений. 2014. № 7. С. 35–37.
13. Омаров А. Н., Бралиев В. Х., Мухамеджанов В. Х. и др. Обоснование эффективности ультрамалообъемных опрыскивателей полевых культур // Материалы VIII международной научно-практической конференции «Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях». Саратов, 21–22 апреля 2021 года. Саратов: Амирит, 2021. С. 447–453.
14. Эфендиев Б. Ш., Шуганов В. М. Роботы в современном растениеводстве // Материалы XIII международной научно-практической конференции «Инновационный потенциал развития мировой науки и техники: взгляд современных ученых». Нижний Новгород, 2023. С. 265–270.
15. Скворцов Е. А., Скворцова Е. Г., Санду И. С., Иовлев Г. А. Переход сельского хозяйства к цифровым, интеллектуальным и роботизированным технологиям // Экономика региона. 2018. Т. 14. №. 3. С. 1014–1028.
16. Загазежева О. З., Бербекова М. М. Основные тренды развития роботизированных технологий в сельском хозяйстве // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 5(103). С. 236–248.

## REFERENCES

1. Gordeev A.V., Patrushev D.N., Lebedev I.V. et al. *Vedomstvennyj proekt “Cifrovoe sel'skoe hozyajstvo”* [Departmental project “Digital Agriculture”]. Moscow: Rosinformagrotekh, 2019. 48 p. (In Russian)
2. Dzhafarov K.Kh., Shaimakov E.Kh. A universal robotic platform to improve the efficiency of agricultural work. *Vestnik magistratury* [Bulletin of magistracy]. 2016. No. 11–3(62). Pp. 34–36. (In Russian)
3. Koraboshev O.Z. Digital technologies in agriculture. *Vestnik nauki i obrazovaniya* [Bulletin of Science and Education]. 2021. No. 10 (113). Pp. 65–68. (In Russian)
4. Alekhin V.T. Ways to optimize the protection of grain crops. *Plant protection and quarantine*. 2014. No. 8. Pp. 3–8. (In Russian)
5. Shuganov V.M., Leshkenov A.M., Shogenov A.Kh., Kantiev Z.Yu. Development of a promising spraying method for the production of hybrid corn seeds. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2022. No. 6 (110). Pp. 236–248. (In Russian)
6. Nikitin N.V., Spiridonov Yu.Ya., Sokolov M.S. etc. The use of modern sprayers in adaptive plant protection. *Agrohimia*. 2008. No. 11. Pp. 51–59. (In Russian)
7. Deniskina N.F., Gasparyan Sh.V., Dyikanova M.E. et al. *Zashchita sel'skohozyajstvennykh kul'tur ot vrednykh organizmov v periody uhoda i hraneniya* [Protection of agricultural crops from pests during periods of care and storage]: *textbook*. Moscow: MESH, 2021. 108 p. (In Russian)
8. Shiriev V.M., Zakieva Z.A., Garankov I.N. Efficiency of using ultra-low-volume (ULV) sprayers to accelerate the achievement of harvest ripeness of plants. *Innovacionnye napravleniya v himizacii zemledeliya i sel'skohozyajstvennogo proizvodstva: Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem i Vserossijskoj shkoly molodykh uchenykh* [Innovative directions in the chemicalization of agriculture and agricultural production: Materials of the All-Russian scientific and practical conference with

international participation and the All-Russian School of Young Scientists]. Belgorod, June 19–21, 2019. Pp. 174–180. (In Russian)

9. Vladykin O.O. Yield of spring wheat depending on the timing of herbicide application. *International journal of humanities and natural sciences*. 2018. No. 2. Pp. 100–102. (In Russian)

10. Morozov N.M., Gorbachev M.I. Economic aspects of automation of cow milking. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo agroinzhenernogo universiteta im. V. P. Goryachkina* [Bulletin of the Moscow State Agroengineering University named after. V.P. Goryachkina]. 2008. No. 5. Pp. 13–15. (In Russian)

11. Semin A.N., Skvortsov E.A. Transformation of labor activity in the conditions of the use of robotics in agriculture. *AIC: Economics, Management*. 2018. No. 8. Pp. 76–84. (In Russian)

12. Lysov A.K., Volgarev S.A. Progressive spraying technologies are being tested. *Protection and quarantine of plants*. 2014. No. 7. Pp. 35–37. (In Russian)

13. Omarov A.N., Braliev V.Kh., Mukhamedzhanov V.Kh. et al. Justification of the effectiveness of ultra-low-volume sprayers of field crops. *Materialy VIII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Innovacii v prirodoobustrojstve i zashchite v chrezvychajnyh situacijah»* [Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference “Innovations in environmental management and protection in emergency situations”]. Saratov, April 21–22, 2021. Saratov: Amirit, 2021. Pp. 447–453. (In Russian)

14. Efendiev B.Sh., Shuganov V.M. Robots in modern crop production. *Materialy XIII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Innovacionnyj potencial razvitiya mirovoj nauki i tekhniki: vzglyad sovremennyh uchenyh»* [Materials of the XIII International Scientific and Practical Conference “Innovative potential for the development of world science and technology”: the view of modern scientists]. Nizhny Novgorod, 2023. Pp. 265–270. (In Russian)

15. Skvortsov E.A., Skvortsova E.G., Sandu I.S., Iovlev G.A. The transition of agriculture to digital, intelligent and robotic technologies. *Economy of regions*. 2018. Vol. 14. No. 3. Pp. 1014–1028. (In Russian)

16. Zagazezheva O.Z., Berbekova M.M. Main trends in the development of robotic technologies in agriculture. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2021. No. 5(103). Pp. 236–248. (In Russian)

### Информация об авторе

**Шуганов Владислав Миронович**, д-р с.-х. наук, зав. научно-инновационным центром «Интеллектуальные системы и среды производства и потребления продуктов питания», Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360000, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

vmshuganov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5189-998X>

### Information about author

**Vladislav M. Shuganov**, Doctor of Agricultural Sciences, Head of the research and innovation center “Intellectual systems and environments for the production and consumption of food products”, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

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

vmshuganov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5189-998X>

УДК 339.972

DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-1-59-68

EDN: JSTHIO

Научная статья

## **Внешекономическая политика Китая: торговые инструменты**

**С. В. Тищенко**

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова  
119991, Россия, Москва, Ленинские горы, 1

**Аннотация.** Целью работы являются анализ и оценка торговых инструментов, используемых правительством КНР для развития внешней торговли. Для достижения поставленных целей определены задачи: выделить основные инструменты торговой политики Китая; проанализировать особенности использования заявленных торговых инструментов в современной экономической политике Китая. Объектом исследования являются инструменты торговой политики, декларируемые правительством КНР. Предмет исследования – влияние мер, принимаемых Китаем, на внешнеторговый оборот. Теоретической базой стали исследования Всемирной торговой организации (ВТО), работы ведущих российских ученых. Информационной базой являются документы ВТО, Китая, научные публикации по теме. Использованы общенаучные методы: анализ и синтез, сравнение, обобщение, экономический анализ. В ходе работы выявлены следующие торговые инструменты, используемые Китаем для развития торговли и увеличения внешнеторгового оборота страны: 1) упрощение процедур импорта товара, снижение импортных пошлин; 2) создание «демонстрационных зон», обеспечивающих продвижение импорта товаров и услуг; 3) реализация положений Соглашения об упрощении процедур торговли (ТФА); 4) осуществление электронного документооборота в сфере лицензирования и торговли; 5) использование «унификаций» для таможенного оформления; 6) совершенствование Системы обязательных сертификатов Китая (ССС); 7) развитие трансграничной электронной коммерции.

**Ключевые слова:** торговые инструменты, открытая экономика Китая, внешнеэкономический оборот

Поступила 22.01.2024, одобрена после рецензирования 31.01.2024, принята к публикации 09.02.2024

**Для цитирования.** Тищенко С. В. Внешекономическая политика Китая: торговые инструменты // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 1. С. 59–68. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-1-59-68

JEL: F13, O24

Original article

## **China's foreign economic policy: trading instruments**

**S.V. Tishchenko**

Lomonosov Moscow State University  
119991, Russian, Moscow, GSP-1, Leninskie Gory

**Abstract.** The purpose of the work is to analyze and evaluate the trading instruments used by the Government of the People's Republic of China for the development of foreign trade. To achieve these goals, the tasks are defined: to identify the main instruments of China's trade policy; to analyze the

features of using the declared trade instruments in China's modern economic policy. The object of the study is the instruments of trade policy declared by the Government of the People's Republic of China. The subject of the study is the impact of measures taken by China on foreign trade turnover. The theoretical basis was the research of the World Trade Organization (WTO), the works of leading Russian scientists. The information base is the documents of the WTO, China, scientific publications on the topic. The work uses general scientific methods: analysis and synthesis, comparison, generalization; economic analysis. In the course of the work, the following trade instruments used by China to develop trade and increase the country's foreign trade turnover were identified: 1) simplification of import procedures, reduction of import duties; 2) creation of "demonstration zones" to promote the import of goods and services; 3) implementation of the provisions of the Agreement on Trade Facilitation (TFA); 4) implementation of electronic document management in the field of licensing and trade; 5) use of "unifications" for customs clearance; 6) improvement of China's Mandatory Certificate System (CCC); 7) development of cross-border e-commerce.

**Keywords:** trading instruments, China's open economy, foreign economic turnover

Submitted 22.01.2024,

approved after reviewing 31.01.2024,

accepted for publication 09.02.2024

**For citation.** Tishchenko S.V. China's foreign economic policy: trading instruments. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. Vol. 26. No. 1. Pp. 59–68. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-1-59-68

## ВВЕДЕНИЕ

Экономические реформы, начатые в Китайской Народной Республике в декабре 1978 года, в настоящее время уже могут подвергнуться анализу с точки зрения успешности их проведения и перспектив дальнейшего развития китайской экономики. Китайской экономикой пройден огромный путь от автаркии, свойственной временам правления Мао Цзэдуна, до политики экономической открытости страны [1, 2]. В 2001 году Китай вступил во Всемирную торговую организацию (World Trade Organization (WTO), далее – ВТО), осенью 2021 года был составлен уже восьмой Обзор торговой политики Китая [3], в основу которого были положены отчет секретариата ВТО и доклад правительства Китая. В документе подробно описаны приоритеты, определенные правительством Китайской Народной Республики во внешней торговле на современном этапе, описаны достижения и проблемы современной внешнеторговой политики КНР, обозначены направления дальнейшего движения и перспективы развития торговых отношений с другими странами. Обзор вышел в непростое для экономики Китая время. Только пошли на спад проблемы, связанные с мировой пандемией коронавируса COVID-19, углубляется противоречие между крупными мировыми торговыми корпорациями, которое выливается в торговые войны, в США приняты политические решения, направленные на ограничение местного рынка для китайских производителей в отдельных отраслях промышленности. Но несмотря на эти проблемы, правительством Китая провозглашается политика, направленная на продолжение реформ и приверженность дальнейшей либерализации в сфере внешних торговых отношений.

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью данной работы является выявление торговых инструментов, используемых Китайской Народной Республикой для развития торговли и увеличения внешнеторгового оборота страны.

Для достижения поставленных целей определены следующие задачи:

- выделить основные инструменты торговой политики Китая;

- проанализировать особенности использования заявленных торговых инструментов в современной экономической политике Китая.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования являются инструменты торговой политики Китая, определенные правительством КНР. Предмет исследования – влияние мер, предпринимаемых Китаем, на внешнеторговый оборот. Теоретической базой стали исследования Всемирной торговой организации (ВТО), доклады правительства Китайской Народной Республики в ВТО, работы ведущих российских ученых. Информационной базой являются документы ВТО, Китая, научные публикации по теме. В работе использованы общенаучные методы: анализ и синтез, сравнение, обобщение; экономический анализ.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В своей внешнеэкономической политике Китайская Народная Республика предлагает использовать в торговле следующие постулаты, определяющие основные направления развития:

1. Основой торговли Китая являются философия развития и реализация новой парадигмы развития. Китай декларирует следующие постулаты: развитие открытой экономики, единое будущее всего человечества, восстановление мировой экономики после пандемии COVID-19. Для реализации этих направлений продолжится либерализация торговли, упростятся формальные торговые процедуры и продолжится политика свободных инвестиций.

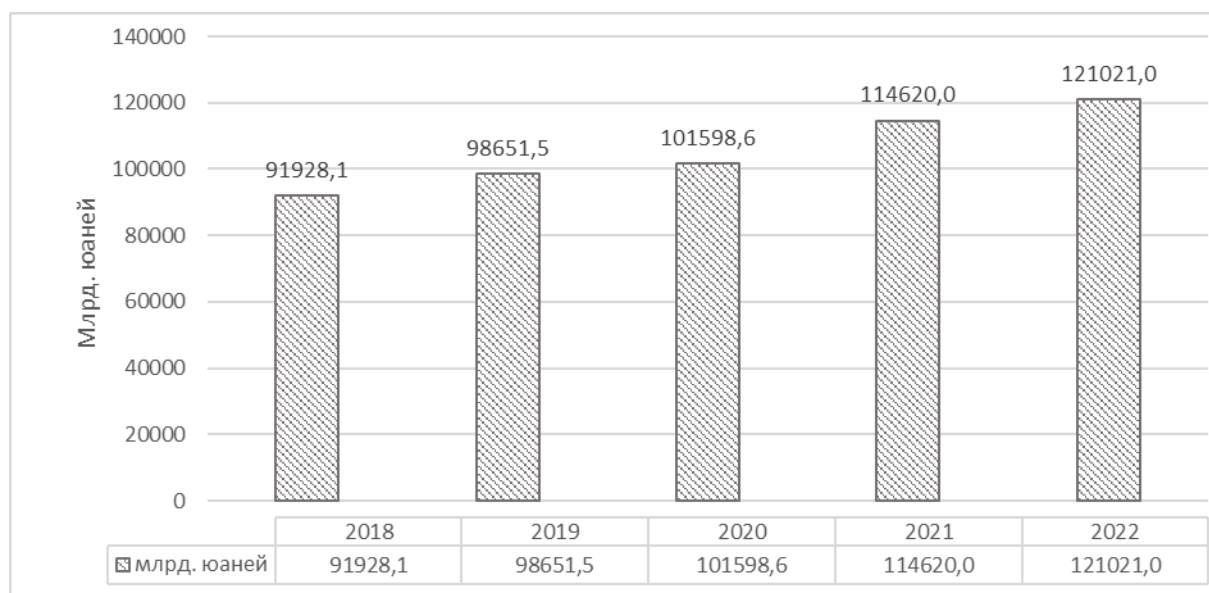
Для лучшего понимания политики Китая во внешней торговле стоит отметить, что большое влияние на нее оказывает политическая система. В плане политического строя Китай по-прежнему декларирует приверженность социализму как основе построения страны. Разработан план 14-й пятилетки, определены долгосрочные цели на период до 2035 года, провозглашено, что экономика Китая перешла от стадии быстрого роста к стадии качественного развития. Особенностью страны является то, что она все еще находится на начальной стадии социализма и будет оставаться таковой в течение длительного времени. Китай по-прежнему позиционирует себя как крупнейшая развивающаяся страна мира.

2. Приоритетом для Китая становится внутренний рынок. Именно он должен стать локомотивом развития экономики. Одновременно с этим усиление внутренней торговли должно привести к росту и развитию внешнеэкономической деятельности страны. Стратегической целью становится стимулирование внутреннего спроса. Здесь планируется внедрение инноваций, позволяющих найти лучшее соотношение между рыночными механизмами воздействия на экономику и целенаправленными действиями правительства, способствующими развитию. Китай не собирается замыкаться сам в себе, готов подчиняться международному торговому законодательству, которое должно ориентироваться не на отдельных торговых игроков, а на потребности рынка. Здесь важным является взаимовыгодное сотрудничество с разными странами, которым дается возможность участвовать в развитии экономики Китая благодаря политике открытости. В качестве основной задачи на этом этапе развития торговых отношений Китай ставит достижение удовлетворения растущих потребностей людей в лучшей жизни и ускоряет построение современной экономической системы. Для этого используются структурные реформы при условии сохранения стабильности и высококачественного развития.

Реализуя новую парадигму развития, связанную со стимулированием спроса во внутренней торговле, одновременно с этим китайское правительство подчеркивает, что отказывается от концепции развития «за закрытыми дверями». Потенциал рынка и внутреннего спроса обеспечивается населением Китая в 1,4 миллиарда, из которых более 400 миллионов человек – люди со средним уровнем дохода. Китай планирует формировать спрос на товары своего производства во всем мире, одновременно открывая свой рынок для инвестиций и торговли для других участников международных рынков, создавая перспективы для роста экономик других стран. Тем самым создается экономическая открытость нового уровня [4].

3. Еще одним приоритетом становится задача выхода мировой экономики из рецессии, которая случилась после пика пандемии в 2020 году. Китай принимал одни из самых жестких мер в мире по борьбе с пандемией, активно сотрудничал с мировыми институтами в этом вопросе. Результаты, которые получены: сохранены неизменными промышленные и торговые связи, мировое здравоохранение успешно объединилось под флагом борьбы с пандемией. Для сохранения мировых торговых путей Китай развивает концепцию «Один пояс, один путь» с заинтересованными партнерами [5]. Китай придерживается принципов многосторонности и субъектности торговых отношений, выступает против протекционизма в торговле. Глобализация экономики, по мнению китайских экономистов, должна происходить в соответствии с принципами открытости, быть сбалансированной, выгодной и беспроигрышной для субъектов. Китай нацелен на развитие взаимодействия по линии Юг-Юг, активно развивает зоны свободной торговли. Реализация этих принципов достигается активным участием КНР в институтах глобального мирового управления.

На фоне проблем мировой экономики Китай показывает стабильный рост (рис. 1).



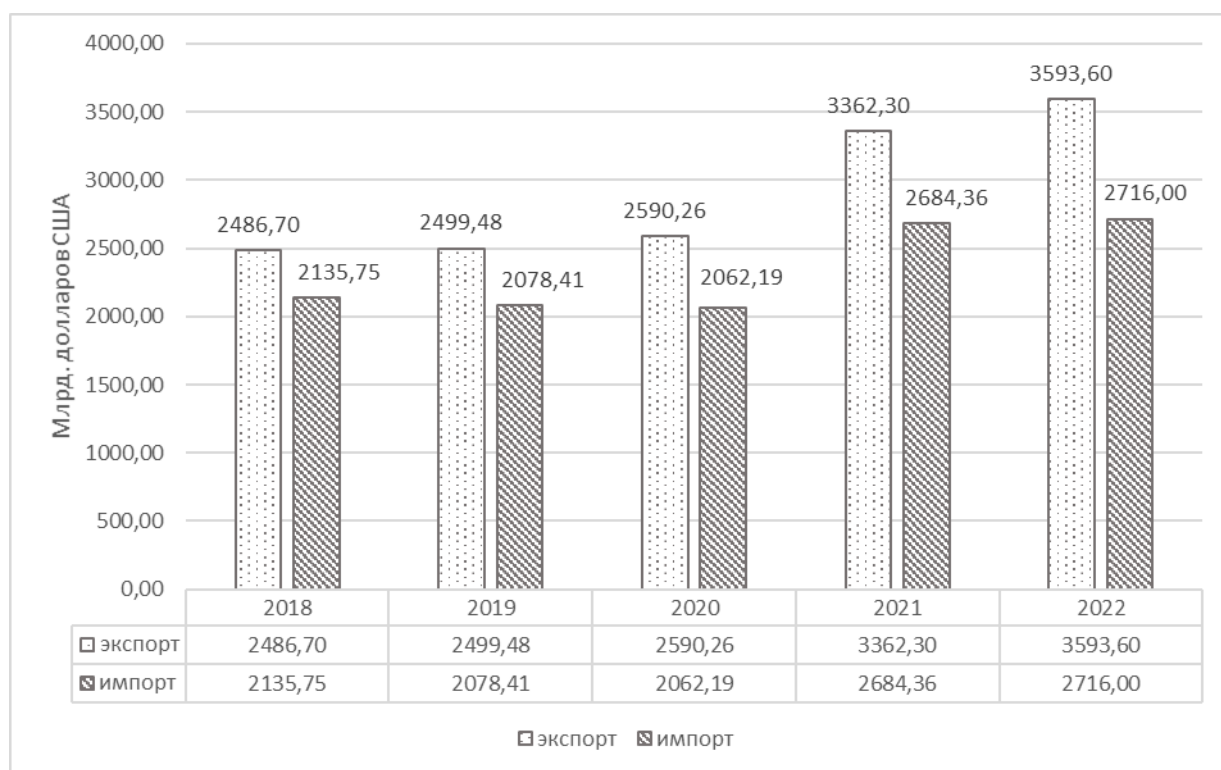
**Рис. 1.** ВВП Китайской Народной Республики (2018–2022)<sup>1</sup>

**Fig. 1.** GDP of the People's Republic of China (2018–2022)

<sup>1</sup> Составлен автором по данным [3]

Так, в 2018, 2019, 2020, 2021 и 2022 годах ВВП КНР вырос соответственно на 6,7 %, 6,0 %, 2,3 %, 8,1 % и 3,0 % по сравнению с предыдущим годом. Показательно, что в сложном пандемийном 2020 году в китайской экономике смогли организовать 11,86 миллиона новых рабочих мест; кроме того, экономическому росту соответствовал и рост располагаемого дохода на душу населения, который составил 2,1 % в реальном выражении.

Показатели, определяющие внешнюю торговлю Китая, также дали хороший прирост в этот промежуток времени (рис. 2). В 2018 году внешнеторговый оборот Китая составил 4 622,44 млрд долларов США (+12,5 % по сравнению с предыдущим годом). В 2019 году он снизился на 1 % – 4 577,89 млрд долларов США. В 2020 году – 4 652,45 млрд долларов США (+1,6 %), в 2021 году – 6 046,66 млрд долларов США<sup>2</sup> (+29 %), а в 2022 году – 6 309,6 млрд долларов США<sup>3</sup> (+4,4 % по сравнению с предыдущим годом). Китай остается уже двенадцать лет вторым по величине импортером товаров с долей 11,5 % мирового импорта в 2020 году.



**Рис. 2.** Объем экспорта/импорта Китайской Народной Республики (2018-2022)<sup>4</sup>

**Fig. 2.** Export/import volume of the People's Republic of China (2018-2022)

В Китае растет торговый оборот в том числе и частных предприятий. Внешнеторговый оборот госпредприятий КНР в 2020 году составил всего 14,3 % от внешнеторгового оборота страны. Соответственно внешнеторговый оборот частных компаний в 2020 году вырос на 10,8 %, причем доля частных компаний с участием иностранного капитала выросла до 85,2 % в общем объеме, что больше на 4,9 % по отношению к 2019 году.

<sup>2</sup> По данным сайта [trendeconomy.ru](http://trendeconomy.ru) (дата обращения 16.12.2023)

<sup>3</sup> По данным сайта [trendeconomy.ru](http://trendeconomy.ru) (дата обращения 16.12.2023)

<sup>4</sup> Составлен автором по данным [3] и сайта [trendeconomy.ru](http://trendeconomy.ru) (дата обращения 16.12.2023)

Развитие показывает и рынок услуг. ВТО публикует данные, согласно которым в 2018 году экспорт услуг вырос на 17 % по сравнению с предыдущим годом и составил 265 млрд долларов США, а импорт услуг вырос на 12 % по сравнению с предыдущим периодом и составил 521 млрд долларов США. Тренд на увеличение внешнеторгового оборота услуг продолжился в 2019 году, рост показал только экспорт услуг соответственно на четыре процента. Импорт услуг сократился на пять процентов. Внешнеторговый оборот услуг показал снижение с 786 млрд долларов США в 2018 году до 779 млрд долларов США в 2019 году. В уменьшении показателей виноваты начавшаяся в конце 2019 года мировая пандемия, а также санкции США, начавшие действовать в 2019 году, о чем будет сказано далее. Тем не менее по показателям импорта услуг КНР занимает второе место в мире.

Еще одним инструментом, которым Китай пользуется для развития торговли, является создание новой системы открытости. В момент прихода к власти в США в 2016 году Дональда Трампа обострились торговые взаимоотношения между Соединенными Штатами Америки и Китайской Народной Республикой. Накладывание торговых ограничений на Китай имело целью в первую очередь решить внутренние проблемы США – необходимость, вызванная объективной реальностью [6, 7, 8]. В ноябре 2019 года в Китае были опубликованы «Руководящие заключения по содействию качественному развитию торговли». В этом документе Китай призывал к расширению открытости международных торговых рынков товаров и услуг, к использованию свободных потоков производств, к принятию и соблюдению международных норм торговли, а также к развитию международных инструментов, позволяющих контролировать исполнение этих норм. Исполнение этих правил должно привести к свободному перемещению производств, результативному распределению мировых ресурсов (материальных, интеллектуальных, человеческих), а также к интеграции международных рынков с внутренними рынками отдельных стран. В целях реализации этих постулатов китайским правительством предпринято ряд шагов.

Во-первых, это ряд упрощений и послаблений в процедурах импорта товара, снижение импортных пошлин. Так, например, в конце 2018 года китайское правительство снизило пошлины по 1585 товарным позициям, в основном на оборудование, запчасти, сырье. Ежегодно в начале года, с 2019 по 2021 г., правительство КНР вводило временные импортные ставки, которые были даже ниже ставок для MFN (most favored nation – страна, имеющая статус «наибольшего благоприятствования» в таможенных пошлинах) на более чем 700 номенклатур товаров, в том числе на актуальное оборудование, запчасти, продукты фармацевтики, сырье и другие. Также в 2019-2021 гг. в середине года правительство КНР снижало тарифы на некоторые продукты из IT-сферы. Это происходило в рамках Соглашения об информационных технологиях (Information Technology Agreement – ИТА). И хотя к 2010 году, когда Китай готовился к вступлению в ВТО, им были выполнены обязательства по снижению среднего уровня тарифов до 9,8 %, он по собственной инициативе продолжил эти действия и к 2021 году снизил их до 7,5 %.

Во-вторых, в ноябре 2020 года в различных регионах КНР, охватывающих центральную, восточную (включая старую северо-восточную промышленную агломерацию) и западную части экономических зон Китая, были созданы так называемые «демонстрационные зоны», предназначенные для продвижения импорта. В состав этих зон входили воздушные и морские порты и наземная транспортная структура. Созда-

ние этих демонстрационных зон дало следующие плюсы торговле Китая: снижение издержек по инфраструктуре, внедрение инноваций, что привело к росту импорта; расширение импорта технического оборудования, а также некоторых видов сырья и вовлечение в импортные механизмы профильных отраслей промышленности; увеличение предложения местных качественных товаров и связанный с ним рост внутреннего спроса на качественные товары; создание центров притяжения и образцовых схем распределения импорта.

В-третьих, Китай в полной мере реализовал положения Соглашения об упрощении процедур торговли (Trade Facilitation Agreement – TFA). ВТО было уведомлено КНР в январе 2020 года. Основные направления, по которым была проделана работа: положения по обмену информацией, предоставлению информации, установлению и публикации средних сроков выпуска.

В-четвертых, с октября 2018 года на всей территории Китая действует подача заявок на получение импортных лицензий и таможенных документов в электронном виде, большая часть процедуры выполняется в автоматическом режиме. Исключение составляют только озоноразрушающие товары. Кроме этого, с января 2020 года в электронном виде оформляются документы на экспортные лицензии и таможенное оформление. Перечень документов, не требующих оформления в бумажном виде, в Китае постоянно растет.

В-пятых, еще в 2018 году произошла переквалификация предприятий, работающих с таможенной службой, и был отменен срок действия регистрации таких компаний. Для таможенного оформления используются «пять унификаций» (единые документы для декларирования, единая операционная система, единая оценка рисков, единая выдача инструкций и единое правоприменение на местах). К концу 2018 года таможня Китая успешно завершила полную интеграцию национального таможенного декларирования и досмотра. В марте 2021 года общее время таможенного оформления импорта по всей стране составило 37,12 часа, сократившись на 61,9 % по сравнению с аналогичным периодом 2017 года; а общее время таможенного оформления экспорта по всей стране составило 1,67 часа, сократившись на 86,4 % по сравнению с аналогичным периодом 2017 года [9].

В-шестых, Китай расширяет Систему обязательных сертификатов (China Compulsory Certificate – CCC). В схему CCC был введен механизм самопровозглашения, применимый к 19 продуктам. Процесс сертификации был оптимизирован, а срок сертификации сократился более чем на 30 %.

В-седьмых, Китай широко продвигает и усиливает регулирование трансграничной электронной коммерции. Было создано 105 пилотных зон для обеспечения работы трансграничной электронной коммерции. Зоны создавались в пять этапов. В их состав входили испытательные полигоны, результатом работы которых стал опыт внедрения инноваций в бизнес-модели и создание справедливой открытой среды, способной на дальнейшее развитие. Успешная практика применения новых технологий в условиях маленького объема транзакций при достаточно большом количестве трансграничных коммерческих операций была распространена на всю страну. 1 января 2019 года вступил в силу Закон об электронной коммерции. Стандарты сектора электронной коммерции постоянно совершенствуются, а целостность и надежность сектора еще больше укрепляются.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перечислены основные направления и инструменты торговой политики Китая. Хорошие экономические показатели дают уверенность в том, что китайская экономика продолжает оставаться основным драйвером глобального экономического роста. Пандемия COVID-19 оказала серьезное влияние на объем производства и занятость в Китае в 2020 году, но его экономика продемонстрировала замечательную устойчивость после кризиса в области здравоохранения. Быстрое экономическое развитие, вызванное рыночными реформами, вывело сотни миллионов людей из нищеты и обеспечило высокий уровень благосостояния многим гражданам Китая [10]. Высока роль КНР в выстраивании многосторонней торговой системы. Но несмотря на достигнутые успехи ВТО отмечает, что есть ряд замечаний, которые страна должна учесть в своем дальнейшем развитии. Было рекомендовано продолжить инициативы по либерализации тарифов, особенно на сельскохозяйственную продукцию, которые считаются все еще относительно высокими. Также необходимо продолжить реформы в сфере таможенного оформления, чтобы решить проблемы с нарушением сроков поставок сельскохозяйственной и скоропортящейся продукции. Также ВТО отмечает, что иностранные участники торговых отношений с Китаем по-прежнему сообщают о серьезных проблемах, связанных с неравным обращением с местными компаниями, непоследовательным применением правил, скрытыми субсидиями и деловой средой, которая воспринимается как все более политизированная [3].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Портяков В. Я.* Политика внешнеэкономической открытости в Китайской Народной Республике: основные итоги и перспективы // *Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право.* 2019. Т. 12. № 1. С. 44–68. DOI: 10.23932/2542-0240-2019-12-1-44-68
2. *Боташева А. К., Горбунов А. П., Панин В. Н.* Развитие Китая в контексте политики внешнеэкономической открытости // *Вестник Пятигорского государственного университета.* 2022. № 3. С. 22–25. DOI: 10.53531/25420747\_2022\_3\_22
3. Trade Policy Review: China, 15 September 2021. [Электронный ресурс] / URL: [https://www.wto.org/english/tratop\\_e/tp\\_e/tp515\\_e.htm](https://www.wto.org/english/tratop_e/tp_e/tp515_e.htm). (дата обращения 19.12.2023).
4. *Виноградова И. В.* Современные тенденции во внешнеторговой политике Китая, Индии, стран Южной Азии // *Российский внешнеэкономический вестник.* 2022. № 10. С. 100–110. DOI: 10.24412/2072-8042-2022-10-100-110
5. *Белова И. Н., Егорычева Е. А.* Проект «Один пояс, один путь»: предпосылки к формированию современной внешнеэкономической политики Китая // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика.* 2020. Т. 28. № 3. С. 620–632. DOI: 10.22363/2313-2329-2020-28-3-620-632.
6. *Меньшикова А. М.* Китайский аспект торгово-экономических противоречий США и ЕС // *США и Канада: экономика, политика, культура.* 2020. Т. 50. № 11. С. 80–96. DOI: 10.31857/S268667300012343-7
7. *Арапова Е. Я.* Торговая война США и Китая: экономические и правовые эффекты // *Сравнительная политика.* 2022. Т. 13. № 1-2. С. 98–115. DOI: 10.24833/2221-3279-2022-1-2-13-98-115

8. Дмитриев С. С. «Американский план создания рабочих мест» с антикитайским акцентом // США и Канада: экономика, политика, культура. 2021. № 12. С. 86–100. DOI: 10.31857/S268667300017545-9

9. Куликова И. В., Рощина Л. Н., Украинцева И. В. Таможенное сотрудничество России и Китая в контексте стратегического развития двусторонней торговли // Kant. 2023. № 4(49). С. 74–79. DOI: 10.24923/2222-243X.2023-49.14

10. Тулейко Е. В. Опыт Китайской Народной Республики в области обеспечения экономической безопасности и реализации внешнеэкономической политики в контексте современных тенденций и вызовов // Стратегия развития экономики Беларуси: вызовы, инструменты реализации и перспективы: Сборник научных статей. В 2-х томах, Минск, 18–19 октября 2022 года. Том 2. Минск: Право и экономика, 2022. С. 132–140.

## REFERENCES

1. Portyakov V.Ya. The policy of foreign economic openness in the People's Republic of China: main results and prospects. *Kontury global'nyh transformacij: politika, ekonomika, pravo*. [Outlines of global transformations: politics, economics, law]. 2019. Vol. 12. No. 1. Pp. 44–68. DOI: 10.23932/2542-0240-2019-12-1-44-68. (In Russian)

2. Botasheva A.K., Gorbunov A.P., Panin V.N. China's development in the context of foreign economic openness policy. *Pyatigorsk State University Bulletin*. 2022. No. 3. Pp. 22–25. DOI: 10.53531/25420747\_2022\_3\_22. (In Russian)

3. Trade Policy Review: China, 15 September 2021. [Elektronnyj resurs] / URL: [https://www.wto.org/english/tratop\\_e/tpr\\_e/tp515\\_e.htm](https://www.wto.org/english/tratop_e/tpr_e/tp515_e.htm). (data obrashcheniya 19.12.2023).

4. Vinogradova I.V. Current trends in foreign trade policies in China, India and other South Asian countries. *Russian foreign economic journal*. 2022. No. 10. Pp. 100–110. DOI: 10.24412/2072-8042-2022-10-100-110. (In Russian)

5. Belova I.N., Egorycheva E.A. “One Belt, One Road” project: prerequisites for China’s modern foreign economic policy. *RUDN journal of economics*. 2020. Vol. 28. No. 3. Pp. 620–632. DOI: 10.22363/2313-2329-2020-28-3-620-632. (In Russian)

6. Menshikova A.M. The Chinese aspect of the trade and economic contradictions of USA and ES. *USA & Canada: economics, politics, culture*. 2020. Vol. 50. No. 11. Pp. 80–96. DOI: 10.31857/S268667300012343-7. (In Russian)

7. Arapova E.Ya. Trade war between the USA and China: economic and legal effects. *Sravnitel'naya politika* [Comparative Politics]. 2022. Vol. 13. No. 1–2. Pp. 98–115. DOI: 10.24833/2221-3279-2022-1-2-13-98-115. (In Russian)

8. Dmitriev S.S. “American jobs plan” with an anti-chinese accent. *USA & Canada: economics, politics, culture*. 2021. No. 12. Pp. 86–100. DOI: 10.31857/S268667300017545-9. (In Russian)

9. Kulikova I.V., Roshchina L.N., Ukrainceva I.V. Customs cooperation between Russia and China in the context of strategic development of bilateral trade. *Kant*. 2023. No. 4(49). Pp. 74–79. DOI: 10.24923/2222-243X.2023-49.14. (In Russian)

10. Tulejko E.V. The experience of the People's Republic of China in the field of ensuring economic security and implementing foreign economic policy in the context of modern trends and challenges. *Strategiya razvitiya ekonomiki Belarusi: vyzovy, instrumenty realizacii i*

*perspektivy* [Economic Development Strategy of Belarus: Challenges, Implementation Tools and Prospects]: sbornik nauchnyh statej. Minsk, 18–19.10.2022. Vol. 2. Minsk: Pravo i ekonomika. 2022. Pp. 132–140. (In Russian)

### **Информация об авторе**

**Тищенко Софья Владимировна**, студент, Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова;  
119991, Россия, Москва, Ленинские горы, 1;  
31ssofikoo@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2456-2645>

### **Information about the author**

**Sofya V. Tishchenko**, student, Lomonosov Moscow State University;  
119991, Russian, Moscow, GSP-1, Leninskie Gory  
31ssofikoo@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2456-2645>

УДК 517.95

DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-1-69-77

EDN: MPQWLS

Научная статья

## Краевая задача для нагруженного параболического уравнения дробного порядка

М. М. Кармоков, Ф. М. Нахушева, М. Х. Абрегов

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова  
360004, Россия, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173

**Аннотация.** В статье рассматривается вторая краевая задача для нагруженного параболического уравнения с оператором дробного интегро-дифференцирования Римана – Лиувилля. Доказана однозначная разрешимость второй краевой задачи. Методом функции Грина, используя теорию потенциала простого слоя, задача редуцируется к системе интегральных уравнений Вольтерра второго рода.

**Ключевые слова:** краевые задачи, параболические уравнения, оператор дробного интегро-дифференцирования, нагруженное уравнение, регулярное решение

Поступила 01.02.2024, одобрена после рецензирования 09.02.2024, принята к публикации 12.02.2024

**Для цитирования.** Кармоков М. М., Нахушева Ф. М., Абрегов М. Х. Краевая задача для нагруженного параболического уравнения дробного порядка // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 1. С. 69–77. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-1-69-77

MSC: 35K20

Original article

## Boundary value problem for loaded parabolic equations of fractional order

M.M. Karmokov, F.M. Nakhusheva, M.Kh. Abregov

Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov  
360004, Russia, Nalchik, 173 Chernyshevsky street

**Abstract.** The article considers the second boundary value problem for a loaded parabolic equation with a fractional Riemann – Liouville integro-differentiation operator. The unambiguous solvability of the second boundary value problem is proved. Using the Green function method with the theory of the potential of a simple layer, the problem is reduced to a system of Volterra integral equations of the second kind.

**Keywords:** boundary value problems, parabolic equations, fractional integro-differentiation operator, loaded equation, regular solution

Submitted 01.02.2024, approved after reviewing 09.02.2024, accepted for publication 12.02.2024

**For citation.** Karmokov M.M., Nakhusheva F.M., Abregov M.Kh. Boundary value problem for loaded parabolic equations of fractional order. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. Vol. 26. No. 1. Pp. 69–77. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-1-69-77

## ВВЕДЕНИЕ

Как известно, исследования математических моделей физико-биологических фрактальных процессов и связанных с ними задач, таких как задачи прогноза и регулирования уровня грунтовых вод, содержания влаги и соли в почвогрунтах на мелиорируемой территории и др., приводят к качественно новому классу дифференциальных и интегродифференциальных уравнений, получивших название нагруженных уравнений. В связи с этим исследование этих уравнений представляет большой как теоретический, так и практический интерес.

В монографии А. М. Нахушева [1] приведена подробная библиография по нагруженным уравнениям, в том числе по различным применениям нагруженных уравнений, как метода исследования задач математической биологии, математической физики, математического моделирования нелокальных процессов и явлений, механики сплошных сред с памятью.

Данная работа посвящена исследованию краевых задач для разрывно-нагруженных параболических уравнений с дробной производной.

В области  $D = \{(x, t): 0 < x < l, 0 < t < T\}$  рассмотрим разрывно-нагруженное уравнение

$$Lu = \sum_{j=1}^{n_k} a_j^k(x, t) D_{0t}^{\alpha_j^k} K_j^k(x, t) u(x_j^k, t), \quad T_k < t \leq T_{k+1}, \quad (1)$$

где  $k = 0, 1, 2, \dots, N$ ,  $0 = T_0 < T_1 < \dots < T_N = T$ ,  $\alpha_{n_k}^k < \alpha_{n_{k-1}}^k < \dots < \alpha_1^k$ ,  $0 < x_1^k < x_2^k < \dots < x_{n_k}^k < l$ ,  $Lu = a(x, t)u_{xx} + b(x, t)u_x + c(x, t)u - u_t$ ,  $D_{0t}^\alpha$  – оператор дробного интегродифференцирования порядка  $\alpha$  [2].

Уравнение (1) относится к классу уравнений, предложенных в [3]. В работе [4] методом функции Грина исследована смешанная краевая задача для нагруженного уравнения теплопроводности. Работа [5] посвящена локальным и нелокальным краевым задачам для нагруженных параболических уравнений. Краевые задачи для уравнений в частных производных дробного порядка, включая диффузионно-волновые уравнения, рассмотрены в монографии [6]. В работе [7] получены решения краевых задач для нагруженного диффузионно-волнового уравнения с дробной производной. Численному решению первой краевой задачи для нагруженного уравнения теплопроводности с переменными коэффициентами посвящены работы [8, 9].

## ВТОРАЯ КРАЕВАЯ ЗАДАЧА

В области  $D$  для уравнения (1) рассмотрим краевую задачу:

$$u(x, 0) = \varphi(x), \quad (2)$$

$$\begin{cases} u_x(0, t) + \beta_1(t)u(0, t) = \gamma_1(t), \\ u_x(l, t) + \beta_2(t)u(l, t) = \gamma_2(t), \end{cases} \quad (3)$$

где  $\beta_1(t), \beta_2(t), \gamma_1(t), \gamma_2(t) \in [0, T]$ .

Решением второй краевой задачи (1)–(3) будем называть функцию  $u(x, t)$ , непрерывную в  $D$ , регулярную в  $D_i = \{(x, t): 0 < x < l, T_{i-1} < t < T_i\}$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ), удовлетворяющую условиям (2), (3).

**Теорема 1.** Пусть выполнены условия:

1) коэффициенты  $a(x, t), b(x, t), c(x, t)$  в  $D$  удовлетворяют неравенствам

$$a(x, t) \geq \lambda_0 > 0,$$

$$|a(x', t) - a(x, t)| \leq A|x' - x|^\lambda,$$

$$|b(x', t) - b(x, t)| \leq A|x' - x|^\lambda,$$

$$|c(x', t) - c(x, t)| \leq A|x' - x|^\lambda,$$

$$|a(x, t') - a(x, t)| \leq A|t' - t|^\lambda,$$

где  $A, \lambda_0$  и  $\lambda$  – некоторые положительные постоянные.

2)  $a_j^k, j = 1, 2, \dots, n_k, k = 0, 1, \dots, N$  непрерывны в  $\bar{D}$  по совокупности переменных  $x, t$  и удовлетворяют по  $t$  условию Гельдера, а  $K_j^k(x, t)$  – непрерывны в  $\bar{D}$ ,  $\varphi(x) \in C[0, l]$  и  $\lambda^k < 0$ . Тогда существует единственное решение задачи (1)–(3).

**Доказательство.** Пусть в уравнении (1)  $N = 2$ . Сначала мы докажем теорему в области  $D_1$ .

Пусть существует решение задачи (1)–(3) в области  $D_1$ . Будем искать  $u(x, t)$  в виде:

$$\begin{aligned} u(x, t) = & \int_0^t [Z(x, t; 0, \tau)\Psi_1(\tau) + Z(x, t; l, \tau)\Psi_2(\tau)]d\tau + \int_0^l Z(x, t; \xi, 0)\varphi(\xi)d\xi - \\ & - \int_0^t d\tau \int_0^l Z(x, t; \xi, \tau) \sum_{j=1}^{n_0} a_j^0(\xi, \tau) D_{0\tau}^{\alpha_j^0} K_j^0(\xi, \tau) u(x_j^0, \tau) d\xi, \end{aligned} \quad (4)$$

где

$$\begin{aligned} \frac{\Psi_1(t)}{2} = & A(t) - \int_0^t d\tau \int_0^l M_1(0, t; \xi, \tau) \sum_{j=1}^{n_0} a_j^0(\xi, \tau) D_{0\tau}^{\alpha_j^0} [K_j^0(\xi, \tau) u(x_j^0, \tau)] d\xi - \\ & - \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \int_0^t M_{1,n}(0, t; 0, \tau) \left[ \int_0^\tau d\tau_1 \int_0^l M_1(0, t; \xi, \tau_1) \sum_{j=1}^{n_0} a_j^0(\xi, \tau_1) D_{0\tau_1}^{\alpha_j^0} K_j^0(\xi, \tau_1) u(x_j^0, \tau_1) d\xi \right] d\tau - \right. \\ & \left. - \int_0^t M_{2,n}(0, t; l, \tau) \left[ \int_0^\tau d\tau_1 \int_0^l M_2(l, \tau; \xi, \tau_1) \sum_{j=1}^{n_0} a_j^0(\xi, \tau_1) D_{0\tau}^{\alpha_j^0} K_j^0(\xi, \tau_1) u(x_j^0, \tau_1) d\xi \right] d\tau \right\}, \\ \frac{\Psi_2(t)}{2} = & B(t) - \int_0^t d\tau \int_0^l M_2(l, t; \xi, \tau) \sum_{j=1}^{n_0} a_j^0(\xi, \tau) D_{0\tau}^{\alpha_j^0} [K_j^0(\xi, \tau) u(x_j^0, \tau)] d\xi - \\ & - \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \int_0^t M_{1,n}(l, t; 0, \tau) \left[ \int_0^\tau d\tau_1 \int_0^l M_1(0, t; \xi, \tau_1) \sum_{j=1}^{n_0} a_j^0(\xi, \tau_1) D_{0\tau_1}^{\alpha_j^0} K_j^0(\xi, \tau_1) u(x_j^0, \tau_1) d\xi \right] d\tau - \right. \\ & \left. - \int_0^t M_{2,n}(l, t; l, \tau) \left[ \int_0^\tau d\tau_1 \int_0^l M_2(l, \tau; \xi, \tau_1) \sum_{j=1}^{n_0} a_j^0(\xi, \tau_1) D_{0\tau_1}^{\alpha_j^0} K_j^0(\xi, \tau_1) u(x_j^0, \tau_1) d\xi \right] d\tau \right\}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A(t) = & \int_0^1 M_1(0, t; \xi, \tau) \varphi(\xi) d\xi + \\
 & + \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \int_0^t M_{1,n}(0, t; 0, \tau) \left[ \int_0^l M_1(0, \tau; \xi, 0) \varphi(\xi) d\xi - \gamma_1(\tau) \right] - \right. \\
 & \left. - \int_0^t M_{2,n}(0, t; l, \tau) \left[ \int_0^l M_2(l, \tau; \xi, 0) \varphi(\xi) d\xi - \gamma_2(\tau) \right] \right\} d\tau - \gamma_1(t),
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B(t) = & \int_0^l M_2(l, t; \xi, 0) \varphi(\xi) d\xi + \\
 & + \sum_{n=1}^{\infty} \int_0^t \left\{ \int_0^t M_{1,n}(l, t; 0, \tau) \left[ \int_0^l M_1(0, \tau; \xi, 0) \varphi(\xi) d\xi - \gamma_1(\tau) \right] - \right. \\
 & \left. - \int_0^t M_{2,n}(l, t; l, \tau) \left[ \int_0^l M_2(l, \tau; \xi, 0) \varphi(\xi) d\xi - \gamma_2(\tau) \right] \right\} d\tau - \gamma_2(t),
 \end{aligned}$$

$$M_{k,1} = M_k,$$

$$M_{k,n+1}(\xi_k, t; \xi_j, \tau) = \int_0^t M_k(\xi_k, t; \xi_j, \sigma) M_{k,n}(\xi_j, \sigma; \xi_k, \tau) d\sigma,$$

$$k = 1, 2; \quad j = 1, 2; \quad \xi_1 = 0; \quad \xi_2 = l.$$

При  $x \rightarrow x_i^0$  ( $i = 1, 2, \dots, n_0$ ) из (4) имеем

$$u(x_i^0, t) = \int_0^t N_i(t, \eta) u(x_i^0, \eta) d\eta + F_i(t), \quad (5)$$

где

$$\begin{aligned}
 N_i(t, \eta) = & -2 \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \int_{\eta}^t Z(x_i, t; 0, \tau) \int_0^l [M_{1,n}(0, \tau; \xi, \tau_1) M_1(0, \tau_1; \xi, \eta) + \right. \\
 & + M_{2,n}(0, \tau; l, \tau_1) M_2(l, \tau_1; \xi, \tau)] \sum_{j=1}^{n_0} a_j^0(\xi, \tau_1) D_{0\tau_1}^{\alpha_j^0} K_j^0(\xi, \tau_1) u(x_j^0, \tau_1) d\tau_1 d\xi + \\
 & + \int_{\eta}^t Z(x_i, t; l, \tau) \int_0^l [M_{1,n}(l, \tau; 0, \tau_1) M_1(0, \tau_1; \xi, \eta) + \\
 & + M_{2,n}(l, \tau; l, \tau_1) M_2(l, \tau_1; \xi, \tau)] \sum_{j=1}^{n_0} a_j^0(\xi, \tau_1) D_{l\tau_1}^{\alpha_j^0} K_j^0(\xi, \tau_1) u(x_j^0, \tau_1) d\tau_1 d\xi +
 \end{aligned}$$

$$+M_{2,n}(l, \tau; l, \tau_1)M_2(l, \tau_1; \xi, \eta)] \sum_{j=1}^{n_0} a_j^0(\xi, \tau_1) D_{0\tau_1}^{\alpha_j^0} K_j^0(\xi, \tau_1) u(x_j^0, \tau_1) d\tau_1 d\xi \Bigg\}$$

$$F_i(t) = \int_0^t [Z(x_i, t; 0, \tau)A(\tau) + Z(x_i, t; l, \tau)B(\tau)]d\tau.$$

Для  $Z(x_i, t; \xi, \tau)$  и  $M_k(x, t; \xi, \tau)$  имеем следующие оценки:

$$|Z(x, t; \xi, \tau)| \leq \frac{c}{(t-\tau)^\mu |x-\xi|^{1-2\mu}}, \quad 1 - \lambda/2 < \mu < 1,$$

$$|M_k(x, t; \xi, \tau)| \leq \frac{c}{(t-\tau)^\mu |x-\xi|^{1-2\mu-\lambda}}, \quad k = 1, 2. \quad (6)$$

Докажем сходимость ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} \int_0^l \int_{\eta}^{\tau} M_{k,n}(\xi_k, t; \xi_i, \tau_1) M_k(\xi_i, \tau_1; \xi, \eta) d\xi d\tau_1. \quad (7)$$

Для этого воспользуемся следующей леммой [10]:

**Лемма 1.** Если  $0 < a < 1$ ,  $0 < b < 1$ , то  $\forall x \in [0, l], z \in [0, l], x \neq z$ :

$$\int_0^l \frac{dy}{|x-y|^a |y-z|^b} \leq \begin{cases} c|x-\xi|^{1-a-b}, & \text{если } a+b > 1, \\ c, & \text{если } a+b < 1. \end{cases}$$

Используя лемму 1 и неравенство (6), находим, что

$$|M_{k,2}(x, t; \xi, \tau)| \leq \frac{c}{(t-\tau)^{\mu+(\mu-1)} |x-\xi|^{2-2\mu-\lambda+(1-2\mu-\lambda)}}.$$

Поскольку  $\mu < 1$  и  $1 < 2\mu + \lambda$ , особенность в  $M_{k,2}$  более слабая, чем в  $M_{k,1}=M_k$ .

Оценивая аналогичным образом  $M_{k,3}$ ,  $M_{k,4}$  и т. д., мы дойдем до  $m_0$ , для которого

$$|M_{k,m_0}(x, t; \xi, \tau)| \leq c. \quad (8)$$

Докажем далее методом индукции по  $l_0$ , что

$$|M_{k,m_0}(x, t; \xi, \tau)| \leq c \frac{[c_2(t-\tau)^{1-\mu}]^{l_0}}{\Gamma[(1-\mu)l_0+1]}, \quad (9)$$

где  $c_1, c_2$  – некоторые постоянные, а  $\Gamma(z)$  – гамма-функция Эйлера. Предположим, что (9) имеет место для некоторого целого  $l_0$  и с помощью (6) получим

$$|M_{k,l_0+m_0+1}| \leq cc_1 \frac{c_2^{l_0}}{\Gamma[(1-\mu)l_0+1]} \int_0^t (t-\sigma)^{-\mu} (\sigma-\eta)^{(1-\mu)l_0} d\sigma.$$

Подставляя  $Y = (\sigma - \tau)/(t - \tau)$ , используя формулу

$$\int_0^1 (1-y)^{a-1} y^{b-1} dz = \frac{\Gamma(a)\Gamma(b)}{\Gamma(1+b)}$$

и выбирая подходящим образом постоянную  $c_2$ , получим формулу (9) для всех  $l_0 = 1$ . Но для  $l_0 = 0$  (9) совпадает с (8). Отсюда следует доказательство (9). Из (9) следует, что ряд (7) сходится.

В дальнейшем понадобятся следующие неравенства:

$$|Z(x, t; \xi, \tau)| \leq c(t - \tau)^{-\frac{1}{2}} e^{-\frac{\lambda_0(x-\xi)^2}{4(t-\tau)}}, \quad (10)$$

$$\left| \frac{\partial Z(x, t; \xi, \tau)}{\partial x} \right| \leq c(t - \tau)^{-\frac{3}{2}} e^{-\frac{\lambda_0(x-\xi)^2}{4(t-\tau)}}.$$

Преобразуем (10) в виде

$$\begin{aligned} |Z(x, t; \xi, \tau)| &\leq c(t - \tau)^{-\frac{1}{2}} e^{-\frac{\lambda_0(x-\xi)^2}{4(t-\tau)}} = \\ &= c(t - \tau)^{-\mu} (x - \xi)^{\mu-1/2} \left[ \frac{(x - \xi)^2}{(t - \tau)} \right]^{\frac{1}{2}-\mu} e^{-\frac{\varepsilon \lambda_0(x-\xi)^2}{4(t-\tau)}} e^{\frac{(1-\varepsilon)(x-\xi)^2 \lambda_0}{4(t-\tau)}}. \end{aligned}$$

Для  $0 < A < \infty$  получим следующее неравенство

$$|Z(x, t; \xi, \tau)| \leq c(t - \tau)^{-\mu} (x - \xi)^{1-2\mu} e^{-\frac{\bar{\lambda}_0(x-\xi)^2}{4(t-\tau)}}$$

для любых  $\bar{\lambda}_0 < \lambda_0$  и  $0 < \mu \leq \frac{1}{2}$ .

Аналогично доказывается, что

$$\left| \frac{\partial Z(x, t; \xi, \tau)}{\partial x} \right| \leq c(t - \tau)^{-\mu_1} (x - \xi)^{2\mu_1-\frac{3}{2}} e^{-\frac{\bar{\lambda}_0(x-\xi)^2}{4(t-\tau)}}.$$

Следовательно,

$$|M_{k,2}(x, t; \xi, \tau)| \leq c(t - \tau)^{-\mu} (x - \xi)^{2\mu-\frac{3}{2}} e^{-\frac{\bar{\lambda}_0(x-\xi)^2}{4(t-\tau)}}.$$

Пусть  $\mu_1 = \frac{3}{4}$ . Тогда

$$\begin{aligned} |M_{k,2}(x, t; \xi, \tau)| &= \left| \int_0^t \int_0^l M_k(x, t; y, \sigma) M_{k,1}(y, \sigma; \xi, \tau) d\xi d\sigma \right| \leq \\ &\leq c \int_0^t \int_0^l (t - \tau)^{-\mu_1} e^{-\frac{\bar{\lambda}_0(x-\xi)^2}{4(t-\tau)}} (\sigma - \tau) e^{-\lambda_0(\xi-y)} d\xi d\tau. \end{aligned} \quad (11)$$

Сделаем подстановку:

$$\rho = \left( \bar{\lambda}_0 \frac{t - \tau}{t - \sigma} \right)^{\frac{1}{2}} \frac{\xi - y}{2(\sigma - t)^{\frac{1}{2}}} + \left( \bar{\lambda}_0 \frac{\sigma - \tau}{t - \sigma} \right)^{\frac{1}{2}} \frac{y - x}{2(t - x)^{\frac{1}{2}}}.$$

Так как

$$\frac{\bar{\lambda}_0(x - \xi)^2}{4(t - \sigma)} + \frac{\bar{\lambda}_0(y - \xi)^2}{4(t - \sigma)} = \frac{\bar{\lambda}_0(x - \xi)^2}{4(t - \sigma)} + \rho^2,$$

то из (11) имеем

$$|M_{k,2}(x, t; \xi, \tau)| = c \int_0^t (t - \sigma)^{\frac{1}{2} - \mu_1} (\sigma - t)^{\frac{1}{2} - \mu_1} (t - \tau)^{-\frac{1}{2}} d\tau.$$

После подстановки  $(t - \sigma)/(t - \tau) = \eta$  получим

$$|M_{k,2}(x, t; \xi, \tau)| \leq \frac{2\pi^{\frac{1}{2}}}{h} c e^{-\frac{\bar{\lambda}_0(x-\xi)^2}{4(t-\tau)}},$$

$$\int_0^1 \eta^{-\frac{1}{4}} (1 - \eta)^{-\frac{1}{4}} d\eta \leq cB\left(\frac{3}{4}, \frac{3}{4}\right) e^{-\frac{\bar{\lambda}_0(x-\xi)^2}{4(t-\tau)}},$$

где  $B(\alpha, \beta)$  – бета-функция.

Легко установить, что все  $M_{k,m_0}$  ( $m_0 > z$ ) – тоже непрерывные функции  $(x, t)$  равномерно по отношению к  $(\xi, \tau)$ , если  $t - \tau \geq c > 0$ , и непрерывные функции  $(\xi, \tau)$  равномерно по отношению к  $(x, t)$ , если  $t - \tau \geq c > 0$ . Отсюда следует, что  $M_{k,n}(x, t; \xi, \tau)$  – непрерывная функция по совокупности переменных  $(x, t; \xi, \tau)$ , а следовательно, и ряд (7) – также непрерывная функция.

Рассмотрим интеграл

$$I(t) = \int_0^t d\tau \int_0^l M_i(x, t; \xi, \tau) \sum_{j=1}^{n_0} a_j^0(\xi, \eta) \frac{1}{\Gamma(-\alpha_j)} \int_0^{\tau_1} \frac{K_j^0(\xi, \tau_1) u(x_j^0, \tau_1)}{(\tau - \tau_1)^{1+\alpha_j}} d\tau_1.$$

Так как  $\alpha_j < 0$ , то из (6) имеем, что  $I(t)$  – прерывная функция. Следовательно, система интегральных уравнений (5) имеет единственное непрерывное решение. Подставляя  $u(x_i^0, t)$  в (4), с учетом, что краевая задача (2), (3) имеет единственное решение для уравнения  $Lu = f(x, t)$  [10], получаем однозначное решение в  $D_1$ .

Так как  $u(x, T_1) \in C[0, l]$ , то аналогично получается решение задачи (1)–(3) и в области  $D_2$ . Теорема доказана.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в данной работе доказана однозначная разрешимость второй краевой задачи для нагруженного параболического уравнения дробного порядка. Полученные результаты важны для развития теории краевых задач для уравнений в частных производных дробного порядка, в том числе нагруженных уравнений параболического типа, а также математического моделирования различных процессов и систем с распределенными параметрами, имеющих фрактальную пространственно-временную структуру.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нахушев А. М. Нагруженные уравнения и их применение. М.: Наука, 2012. 232 с.
2. Нахушев А. М. Уравнения математической биологии. М.: Высшая школа, 1995. 301 с.
3. Нахушев А. М. О задаче Дарбу для одного вырождающегося нагруженного интегро-дифференциального уравнения второго порядка // Дифференц. уравнения. 1976. Т. 12. № 1. С. 103–108.
4. Дикинов Х. Б., Кереев А. А., Нахушев А. М. Об одной краевой задаче для нагруженного уравнения теплопроводности // Дифференц. уравнения. 1976. Т. 12. С. 177–179.
5. Кармоков М. М. Локальные и нелокальные краевые задачи для разрывно-нагруженных параболических уравнений: дис. ... канд. физ.-мат. наук. Нальчик, 1991. 87 с.
6. Псху А. В. Уравнения в частных производных дробного порядка. М.: Наука, 2005. 199 с.
7. Геккиева С. Х. Смешанные краевые задачи для нагруженного диффузионно-волнового уравнения // Научные ведомости БелГУ. Серия: Математика. Физика. 2016. Выпуск 42. № 6 (227). С. 32–35.
8. Нахушева Ф. М., Лафисшева М. М., Кармоков М. М., Джанкулаева М. А. Численный метод решения краевой задачи для параболического уравнения с дробной производной по времени с сосредоточенной теплоемкостью // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2018. № 5 (85). С. 34–43.
9. Бештоков М. Х., Водахова В. А., Исакова М. М. Приближенное решение первой краевой задачи для нагруженного уравнения теплопроводности // Математическая физика и компьютерное моделирование. 2023. Т. 26. № 4. С. 5–17.
10. Фридман А. Уравнения с частными производными параболического типа. М.: Мир, 1968. 427 с.

## REFERENCES

1. Nakhushev A.M. *Nagruzhennyye uravneniya i ikh primeneniye* [Loaded equations and their application]. Moscow: Nauka, 2012. 232 p. (in Russian)
2. Nakhushev A.M. *Uravneniya matematicheskoy biologii* [Equations of mathematical biology]. Moscow: Vysshaya shkola, 1995. 301 p. (in Russian)
3. Nakhushev A.M. On the Darboux problem for a degenerate loaded second-order integro-differential equation. *Differential equations*. 1976. Vol. 12. No. 1. Pp. 103–108. (in Russian)
4. Dikinov Kh.B., Kerefov A.A., Nakhushev A.M. On a boundary value problem for the loaded equation of thermal conductivity. *Differential equations*. 1976. Vol. 12. Pp. 177–179. (in Russian)
5. Karmokov M.M. *Lokal'nye i nelokal'nye kraevye zadachi dlya razryvno-nagruzhennykh parabolicheskikh uravneniy* [Local and non-local boundary value problems for discontinuously loaded parabolic equations]. Kand. dis. Nalchik, 1990. 86 p. (in Russian)
6. Pskhu A.V. *Uravneniya v chastnykh proizvodnykh drobnogo poryadka* [Partial differential equations of fractional order]. Moscow: Nauka, 2005. 199 p. (in Russian)
7. Gekkieva S.Kh. Mixed boundary value problems for the loaded diffusion-wave equation. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudanstvennogo universiteta. Seriya: Matematika. Fizika* [Scientific Bulletin of Belgorod State University. Series: Mathematics. Physics]. 2016. Vol. 42. No. 6 (227). Pp. 32–35. (in Russian)
8. Nakhusheva F.M., Lafisheva M.M., Karmokov M.M., Dzhankulaeva M.A. A numerical method for solving a boundary value problem for a parabolic equation with a fractional time derivative with a concentrated heat capacity. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2018. No. 5 (85). Pp. 34–43. (in Russian)

9. Beshtokov M.Kh., Vodakhova V.A., Isakova M.M. Approximate solution of the first boundary value problem for the loaded heat equation. *Matematicheskaya fizika i komp'yuternoe modelirovanie* [Mathematical physics and computer modeling]. 2023. Vol. 26. No. 4. Pp. 5–17. (in Russian)

10. Friedman A. *Uravneniya s chastnymi proizvodnymi parabolicheskogo tipa* [Partial Differential Equations of Parabolic Type]. Moscow: Mir, 1968. 427 p. (in Russian)

### Информация об авторах

**Кармоков Мухамед Мацевич**, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры прикладной математики и информатики, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова; 360004, Россия, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173;

mkarmokov@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5189-6538>

**Нахушева Фатима Мухамедовна**, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры прикладной математики и информатики, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова; 360004, Россия, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173;

fatima-nakhusheva@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3750-1445>

**Абрегов Мухад Хасанбиевич**, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры прикладной математики и информатики, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова; 360004, Россия, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173;

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9592-4133>

### Information about authors

**Mukhamed M. Karmokov**, Candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor of the Department of applied mathematics and computer science, Kabardino-Balkarian State University named after Kh. M. Berbekov;

360004, Russia, Nalchik, 173 Chernyshevsky street;  
mkarmokov@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5189-6538>

**Fatima M. Nakhusheva**, Candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor of the Department of applied mathematics and computer science, Kabardino-Balkarian State University named after Kh. M. Berbekov;

360004, Russia, Nalchik, 173 Chernyshevsky street;  
fatima-nakhusheva@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3750-1445>

**Mukhad Kh. Abregov**, Candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor of the Department of applied mathematics and computer science, Kabardino-Balkarian State University named after Kh. M. Berbekov;

360004, Russia, Nalchik, 173 Chernyshevsky street;  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9592-4133>

УДК 94(47)

DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-1-78-86

EDN: QWCZLQ

Научная статья

## **Экстерриториальный принцип деятельности горских словесных судов Терской области в 1871–1918 гг.**

**М. А. Хагажеев**

Научно-образовательный центр  
Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук  
360010, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2

**Аннотация.** В статье рассматривается экстерриториальный принцип организации деятельности горских словесных судов Терской области в 1871–1918 гг. Рассмотрена территориальная подведомственность Нальчикского, Грозненского, Веденского, Хасав-Юртовского, Шатоевского и Назрановского горских словесных судов. Обращается внимание, что на фоне частых административно-территориальных преобразований в области (изменение границ округов и отделов, смена их наименований и т.п.) их территориальная подведомственность практически не менялась. Делается вывод, что экстерриториальный принцип их деятельности проявлялся в разных вариациях: когда к подведомственности одного суда относились представители разных народов, проживавших на территории одного округа; когда к подведомственности одного суда относились представители одного народа, проживавшего на территории разных округов (отделов); когда на территории одного округа создавалось более одного суда.

**Ключевые слова:** Терская область, судебная система, горский словесный суд, экстерриториальный принцип, территориальная подведомственность

Поступила 19.01.2024, одобрена после рецензирования 27.01.2024, принята к публикации 30.01.2024

**Для цитирования.** Хагажеев М. А. Экстерриториальный принцип деятельности горских словесных судов Терской области в 1871–1918 гг. // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 1. С. 78–86. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-1-78-86

Original article

## **The extraterritorial principle of the activity of the mountain verbal courts of the Terek region in 1871–1918**

**M.A. Khagazheev**

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 extraterritorial principle of the organization of the activities of the mountain verbal courts of the Terek region in 1871–1918. The territorial jurisdiction of the Nalchik, Grozny, Vedensky, Khasav-Yurtovsky, Shatoevsky and Nazranovsky mountain verbal courts is considered. Attention is drawn to the fact that against the background of frequent administrative and territorial transformations in the region (changing the boundaries of districts and departments, changing their names, etc.), their territorial subordination practically did not change. It is concluded that the extraterritorial principle of their activities manifested itself in different variations: when representatives of different nations living on the territory of one district belonged to the jurisdiction of one court; when

representatives of one nation living on the territory of different districts (departments) belonged to the jurisdiction of one court; when more than one court was created on the territory of one district.

**Keywords:** Terek region, judicial system, mountain verbal court, extraterritorial principle, territorial jurisdiction

Submitted 19.01.2024,

approved after reviewing 27.01.2024,

accepted for publication 30.01.2024

**For citation.** Khagazheev M.A. The extraterritorial principle of the activity of the mountain verbal courts of the Terek region in 1871-1918. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. Vol. 26. No. 1. Pp. 78–86. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-1-78-86

## ВВЕДЕНИЕ

В начале 70-х гг. XIX в. в Терской области были созданы горские словесные суды – специализированные учреждения правосудия, созданные для решения споров и конфликтов с участием коренного населения региона, которые рассматривали дела на основании норм обычного и мусульманского права. Это были временные переходные формы судостроительства, которые сочетали в своей деятельности, с одной стороны, некоторые принципы российской модели управления (назначение председателя суда в административном порядке, наделение руководителя региона полномочиями апелляционной инстанции и т.п.); с другой – опирались на институты традиционной соционормативной культуры местного населения. В дореволюционное время аналоги этих учреждений создавались в разных регионах Российской империи, в том числе и в национальных округах Кавказского наместничества, и встречались под разными названиями: словесные, народные, низовые и т.п. Примечательно, что на Кавказе они в большей мере опирались на этнический (этнотерриториальный) принцип функционирования, а не административно-территориальный. Поэтому, несмотря на многообразие судебных учреждений такого типа и попытки властей принять в их отношении унифицированные учредительные акты, в их деятельности складывались локальные особенности. Их изучение является актуальной исследовательской задачей, т.к. дает возможность расширить представления об истории становления и развития российской судебной системы на имперских окраинах и динамике институтов культуры тех или иных народов. В свою очередь исследование локальных особенностей деятельности отдельных горских словесных судов Терской области имеет определенную научную перспективу, т.к. поможет сформировать достаточную теоретическую основу для последующего их сравнительно-исторического исследования, что существенно углубит знания об особенностях интеграции народов Центрального и Северо-Западного Кавказа в политико-правовое пространство России, трансформации их институтов достижения социальной справедливости в новых правовых реалиях и т.п.

Изучение территориальной организации и экстерриториального принципа деятельности горских словесных судов Терской области в современной кавказологии не становилось предметом специального исследования. Однако некоторые аспекты деятельности этих учреждений так или иначе становились объектом историко-правовых исследований [1–11]. Тогда как такое исследование возможно с опорой на сохранившиеся до наших дней материалы по их деятельности в разных российских архивах Кавказа и опубликованных источниках [12–14].

## РЕЗУЛЬТАТЫ

На момент образования горских словесных судов в начале 70-х гг. XIX в. Терская область состояла из 7 округов: Владикавказский, Георгиевский, Грозненский, Аргунский, Веденский, Кизлярский и Хасав-Юртовский [15, с. 62]. Однако горских словесных судов

функционировало 6: Нальчикский (в Георгиевском округе), Грозненский, Веденский, Хасав-Юртовский, Шатоевский и Назрановский. В историографии встречаются сведения об образовании в 1871 г. Владикавказского горского словесного суда [1, с. 27]. Но он сразу же был упразднен, а вместо него образован дополнительный мировой суд для разбора дел между представителями осетинского населения региона [16, л. 5; 13, с. 46–47]. В отчете кавказского наместника от 1872 г. отмечается, что Владикавказский (Осетинский) горский словесный суд был упразднен Высочайшим повелением от 28 октября 1871 г. на основании ходатайств осетинского населения Владикавказского округа [15, с. 63]. Как видим, территориальная организация деятельности горских словесных судов и административно-территориальное устройство Терской области не совпадали. Это говорит о том, что территориальная подведомственность этих учреждений могла не совпадать с административными границами того или иного округа.

Поэтому несмотря на то, что круг полномочий горских словесных судов определялся единым унифицированным нормативным актом («Временные правила для горских словесных судов Кубанской и Терской областей» от 1870 г.), их деятельность выстраивалась с опорой на экстерриториальный принцип (когда их территориальная подведомственность в определенном смысле совпадала с этническими границами того или иного народа и могла выходить за пределы границ политико-правового образования, в рамках которого они создавались и функционировали). Такая ситуация приводила к появлению локальных особенностей их правоприменительной практики, что еще во многом зависело и от особенностей функционирования институтов традиционной соционормативной культуры коренных народов этих областей.

Принцип экстерриториальности выражается и в том, что к подведомственности горских словесных судов относилось не все население Терской области, а только коренное «горское». А это составляло лишь часть от общего количества, которая за все время его функционирования могла незначительно меняться. Так, по данным начальника Кубанской области, репрезентативным на начало XX в., в Терской области на 934 тыс. жителей коренное население, находившееся в подведомственности горских словесных судов, составляло 507 тыс. человек [17, с. 51] (т.е. примерно 54 % от общей численности населения области). В некоторых случаях представители одного народа дисперсно проживали на территории разных округов и отделов области (например, с 1882 по 1905 г. представители кабардинского народа проживали и на территории Нальчикского округа, и на территории Сунженского отдела).

Поэтому специфика деятельности горских словесных судов в определенной мере зависела от их территориальной подведомственности и этнической территории того или иного коренного народа, в пределах которой функционировали институты традиционной соционормативной культуры. Это еще раз подтверждает тезис о том, что на практике она выстраивалась в большей мере с опорой на этнический, нежели на административно-территориальный компонент. Например, к подведомственности Нальчикского горского словесного суда относилось кабардинское и балкарское население.

В большинстве случаев присутственные места горских словесных судов располагались в административных центрах округов, в которых они создавались. Например, по данным за 1876 г., Грозненский горский словесный суд располагался в городе Грозном [18, с. 91]. В Терском календаре за 1891–1915 гг. содержалось расписание горских словесных судов Терской области. В календаре за 1915 г. отмечалось следующее территориальное устройство области: Назрановский горский словесный суд в местности Назрань (подведомственно все местное население Назрановского округа); Нальчикский горский словесный суд с

временным отделением в слободе Нальчик (на тот момент все кабардинское (включая малокабардинское) и балкарское население Нальчикского округа); Грозненский горский словесный суд в городе Грозном (местное население 1-го и 2-го участка Грозненского округа и коренное население Веденского округа: Истису, Кади-Юрт, Энгел-Юрт, Амир-Ажди-Юрт, Азамат-Юрт, Устар-Гордой, Цацан-Юрт, Элисхан-Юрт, Мискер-Юрт, Новые Атаги и Беггатай); Шатоевский горский словесный суд в слободе Шатой (подведомственно все местное население 3-го и 4-го участков и хутора 2-го участка Грозненского округа с селениями Дуба-Юрт, Урус-Мартан, Гойты, Гехи, Шаложы, Катыр-Юрт, Валерик и селения 5-го участка Веденского округа); Веденский горский словесный суд в Ведено (подведомственно все местное население Веденского округа за исключением селений, подведомственных Грозненскому и Шатоевскому горскому словесному суду); Хасав-Юртовский горский словесный суд в слободе Хасав-Юрт (подведомственно все местное население Хасав-Юртовского округа) [19, с. 127–128].

Вернемся к ситуации, когда к подведомственности одного горского словесного суда частично относилось население одного народа, но проживавшего на территории разных округов области. В частности, в горском словесном суде Нальчикского округа разбирались споры и конфликты с участием малокабардинского населения в период его вхождения в состав Сунженского отдела Терской области (с 1882 по 1905 гг.). С другой стороны, к одному горскому словесному суду могли относиться представители разных этнических групп (например, как отмечалось, того же Нальчикского). Иногда объединение в рамках деятельности одного горского суда нескольких этнических групп с качественно отличными институтами правосудия приводило к определенным сложностям и увеличению сроков рассмотрения жалоб и исковых заявлений. Как раз для нивелирования этих сложностей в структуре, например, Нальчикского суда в 1884 г. было создано временное отделение для решения споров и конфликтов с участием балкарского населения округа. В исключительном случае в одном округе были созданы и функционировали 2 словесных суда (Грозненский округ – Грозненский и Шатоевский словесные суды [20, с. 138]). Все это приводило к появлению локальных особенностей правоприменительной практики горских словесных судов.

Еще одна характерная черта территориальной организации деятельности горских словесных судов Терской области проявлялась в том, что в Назрановском, Веденском и Хасав-Юртовском округах Терской области было образовано по одному суду, а в Грозненском округе два – соответственно Грозненский и Шатоевский словесные суды [20, с. 138]. А в Нальчикском округе функционировал словесный суд, который имел два отделения – основное и временное. Примечательно, что с 1871-го по 1905 г. председателем Назрановского горского словесного суда был помощник начальника Владикавказского округа [21, с. 117]. Это определялось спецификой административного устройства Терской области, т.к. на основании преобразований 1870 г. Ингушский округ был реорганизован путем объединения с Осетинским и образованием единого Владикавказского округа с центром в г. Владикавказе. Так продолжалось до 1905 г., когда временно был образован Назрановский округ Терской области (а само узаконивание этого преобразования состоялось в 1909 г.).

Как выше отмечено, Нальчикский горский словесный суд состоял из двух отделений. Основному отделению были подсудны представители кабардинского населения Нальчикского округа, а временному – балкарского (собственно балкарцы, безенгиевцы, хуламцы, чегемцы, урусбиевцы и балкарцы, проживавшие в сс. Гунделен и Хасаут) [20, с. 103].

Также по этническому принципу была организована и деятельность Хасав-Юртовского, Грозненского, Веденского, Шатоевского и Назрановского горских словесных судов. К их подсудности относились представители чеченского, ингушского и кумыкского населения Терской области. Так, Грозненскому горскому словесному суду было подведомственно чеченское население, Хасав-Юртовскому – кумыкское население, Назрановскому – ингушское.

Это в определенной мере соответствует делению области по этническому принципу в сопоставлении с административно-территориальным устройством. Например, в середине 90-х гг. XIX в. Терская область делилась на 3 отдела (Пятигорский, Кизлярский и Сунженский) и 4 округа (Владикавказский, Хасав-Юртовский, Нальчикский и Грозненский) [22, с. 176]. А с 1905 г. она делилась на 4 отдела (Пятигорский, Моздокский, Кизлярский и Сунженский) и 6 округов (Владикавказский, Назрановский, Хасав-Юртовский, Нальчикский, Грозненский и Веденский). Начальник Терской области в 1914 г. отмечал, что такое деление области вполне соответствует распределению в ней коренного населения, так как казаки занимали в ней все четыре отдела, а местные жители – округа: Владикавказский – осетины, Назрановский – ингуши, Нальчикский – кабардинцы и балкарцы, Грозненский и Веденский – чеченцы, Хасав-Юртовский – кумыки, кочевья караногайцев относились к Караногайскому приставству, входящему в состав Кизлярского отдела [23, с. 2]. По сути, к разбирательству в горских словесных судах Терской области не относились только представители осетинского населения [20, с. 142]. Как видим, с изменением административно-территориального устройства Терской области территориальная организация деятельности горских словесных судов практически не менялась.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, территориальная организация деятельности горских словесных судов Терской области в 1870–1917 гг. выстраивалась с опорой на принципы этнического представительства, когда определенный суд отправлял функции правосудия в отношении представителей определенных народов, проживавших на относившейся к его подсудности территории округа или отдела. Экстерриториальный принцип их деятельности проявлялся в разных вариациях: когда к подведомственности одного суда относились представители разных народов, проживавших на территории одного округа; когда к подведомственности одного суда относились представители одного народа, проживавшего на территории разных округов (отделов); когда на территории одного округа создавалось более одного суда. При этом административно-территориальное устройство округов Терской области и территориальная организация деятельности горских словесных судов не совпадали. Кроме того, на фоне частых административно-территориальных преобразований в области (изменение границ округов и отделов, смена их наименований и т.п.) территориальная подведомственность горских словесных судов практически не менялась.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абазов А. Х. Горские словесные суды Терской и Кубанской областей в 1871–1918 гг. // История государства и права. 2015. № 23. С. 58–63.
2. Абазов А. Х. Документирование деятельности Нальчикского горского словесного суда: делопроизводство и обеспечение внешней коммуникации // Электронный журнал «Кавказология». 2022. № 4. С. 239–255.
3. Абазов А. Х. Нальчикский округ в судебной системе Терской области (последняя треть XIX – начало XX в.). Нальчик: Издательский отдел КБИГИ, 2014. 108 с.

4. Адыги: Адыгейцы. Кабардинцы. Черкесы. Шапсуги / отв. ред. А. Х. Абазов, А. В. Кушхабиев [и др.]. М.: Наука, 2022. 870 с.
5. *Арсанукаева М. С.* Государственно-правовая политика Российской империи в Чечне и Ингушетии (XIX – начало XX вв.): автореф. дисс. ... д-ра юрид. наук. М., 2010. 51 с.
6. *Бабиц И. Л.* Эволюция правовой культуры адыгов. М.: Российская государственная библиотека, 1999. 239 с.
7. Века совместной истории: народы Кабардино-Балкарии в российском цивилизационном процессе (1557–1917 гг.). Нальчик: Издательский отдел ИГИ КБНЦ РАН, 2017. 544 с.
8. *Кобахидзе Е. И.* Горский словесный суд и проблема реорганизации судопроизводства для горцев Центрального Кавказа // Социокультурные и политические проблемы высокогорных районов Кавказа: прошлое, настоящее, будущее: материалы Всероссийской научной конференции. Карачаевск, 28–30 октября 2010 года. Карачаевск: Карачаево-Черкесский государственный университет им. У. Д. Алиева, 2010. С. 212–219.
9. *Прасолов Д. Н.* Съезды доверенных в практиках местного самоуправления кабардинцев и балкарцев во второй половине XIX – начале XX в. Нальчик: Издательский отдел ИГИ КБНЦ РАН, 2019. 208 с.
10. *Сайдумов Д. Х.* Сельские аульные и Горские словесные суды Терской области: порядок производства и решения дел в сельских судах // Европейский журнал социальных наук. 2010. № 3. С. 132–137.
11. *Урушадзе А. Т.* «Мнимая юстиция»: горские словесные суды и проблема судебно-административного реформирования Кавказского края в материалах ревизии Н. М. Рейнке // Новейшая история России. 2019. Т. 9. № 4. С. 914–927.
12. Антология памятников права народов Кавказа. Т. 5. Памятники права адыгов (черкесов). Ростов-на-Дону: Издательство СКАГС, 2013. 812 с.
13. Между централизмом и регионализмом: административные преобразования на Центральном Кавказе в 70-х гг. XIX – начале XX в.: сборник документов / Сост., вступ. ст., коммент. Е. И. Кобахидзе. Владикавказ: ИПЦ СОИГСИ ВНИЦ РАН и РСО-А, 2014. 225 с.
14. Хрестоматия по истории государства и права Кабардино-Балкарской Республики (последняя треть XVIII – начало XXI в.): учебное пособие. Нальчик: КБГУ, 2015. 268 с.
15. Отчет по главному управлению наместника Кавказского за первое десятилетие управления Кавказским и Закавказским краем Е.И.В. великим князем Михаилом Николаевичем. 6 декабря 1862 – 6 декабря 1872 г. Тифлис: Типография главного управления наместника Кавказского, 1873. 62 с.
16. Российский государственный исторический архив. Ф. 1405. Оп. 71. Ед. хр. 4217.
17. *Рейнке Н. М.* Горские и народные суды Кавказского края. Санкт-Петербург: Сенатская типография, 1912. 71 с.
18. Сборник сведений о Терской области. Вып. 1 / под ред. Н. Благовещенского. Владикавказ: Изд-во Терск. обл. стат. ком., 1878. 382 с.
19. Терский календарь на 1915 год. Вып. 24 / под ред. С. П. Гортинского. Владикавказ: Изд-во Терского обл. стат. ком., 1915. 221 с.
20. Материалы по обозрению горских и народных судов Кавказского края. Собраны под наблюдением и.о. обер-прокурора общего собрания кассационных департаментов Правительствующего Сената Н. М. Рейнке, членом Московской судебной палаты Н. М. Агисшевым и товарищем прокурора Тамбовского окружного суда В. Д. Бушеном. СПб.: Сенатская типография, 1912. 278 с.

21. Албогачиева М. С.-Г. Функционирование в Ингушетии трехзвенного суда: адатного, шариатского и российского (XIX в.) // Лавровский сборник. Этнология, история, археология, культурология: Материалы XXXIII Среднеазиатско-Кавказских чтений 2008-2009 гг.: к столетию со дня рождения Л. И. Лаврова, Санкт-Петербург, 15–17 мая 2008 года. Санкт-Петербург: Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН, 2009. С. 114–118.

22. Терский календарь на 1896 год. Вып. 5 / под ред. Г. А. Вертепова. Владикавказ: Изд-во Терского обл. стат. ком., 1895. 410 с.

23. Всеподданнейший отчет начальника Терской области и наказного атамана Терского казачьего войска о состоянии области и войска за 1914 год. Владикавказ: Тип. обл. правления Терск. обл., 1915. 103 с.

## REFERENCES

1. Abazov A.Kh. *Gorskie slovesnye sudy Terskoy i Kubanskoy oblastey v 1871-1918 gg.* [Mountain verbal courts of Terek and Kuban regions in 1871–1918]. *Istoriya gosudarstva i prava*. 2015. No 23. Pp. 58–63. (In Russian)

2. Abazov A.Kh. Documentation of the activities of the Nalchik Mountain Court of Words: paperwork and external communication. *Elektronnyy zhurnal «Kavkazologiya»* [Electronic journal “Caucasology”]. 2022. No. 4. Pp. 239–255. (In Russian)

3. Abazov A.Kh. *Nal'chikskiy okrug v sudebnoy sisteme Terskoy oblasti (poslednyaya tret' XIX – nachalo XX v.)* [Nalchik district in the judicial system of the Terek region (the last third of the XIX – the beginning of the XX century)]. Nal'chik: Izdatel'skiy otdel KBIGI, 2014. 108 p. (In Russian)

4. *Adygi: Adygeytsy. Kabardintsy. Cherkesy. Shapsugi* [Adygi: Adygea. Kabardians. Circassians. Shapsugs]. Ow. reds. A.Kh. Abazov, A.V. Kushkhabiev et al. Moscow: Nauka, 2022. 870 p. (Seriya “Narody i kul'tury”). (In Russian)

5. Arsanukaeva M.S. *Gosudarstvenno-pravovaya politika Rossiyskoy imperii v Chechne i Ingushetii (XIX – nachalo XX vv.)* [State-legal policy of the Russian Empire in Chechnya and Ingushetia (XIX – early XX centuries)]: avtoref. diss.... d-ra yurid. nauk. Moscow, 2010. 51 p. (In Russian)

6. Babich I.L. *Evolutsiya pravovoy kul'tury adygov* [Evolution of the legal culture of the Adyghs]. Moscow: Rossiyskaya gosudarstvennaya biblioteka, 1999. 239 p. (In Russian)

7. *Veka sovместной 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: Izdatel'skiy otdel IGI KBNTs RAN, 2017. 544 p. (In Russian)

8. Kobakhidze E.I. Gorsky verbal court and the problem of re-organization of legal proceedings for the highlanders of the Central Caucasus. *Sotsiokul'turnye i politicheskie problemy vysokogornyykh rayonov Kavkaza: proshloe, nastoyashchee, budushchee: materialy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii. Karachaevsk, 28–30 oktyabrya 2010 goda.* Karachaevsk: Karachaevo-Cherkesskiy gosudarstvennyy universitet im. U.D. Alieva, 2010. Pp. 212–219. (In Russian)

9. Prasolov D.N. *S'ezdy doverennykh v praktikakh mestnogo samoupravleniya kabardintsev i balkartsev vo vtoroy polovine XIX – nachale XX v.* [Congresses of Kabardians and Balkarians trusted in the practices of local sa-municipal management in the second half of the XIX – early XX century]. Nal'chik: Izdatel'skiy otdel IGI KBNTs RAN, 2019. 208 p. (In Russian)

10. Saydumov D.Kh. Rural aul and Mountain verbal courts of the Terek region: the procedure for the production and decision of cases in rural courts. *Evropeyskiy zhurnal sotsial'nykh nauk*. [European Journal of Social Sciences]. 2010. No. 3. Pp. 132–137. (In Russian)
11. Urushadze A.T. "Imaginary Justice": mountain verbal courts and the problem of judicial and administrative reform of the Caucasus Region in the materials of the revision of N.M. Reinke. *Noveyshaya istoriya Rossii* [Contemporary history of Russia]. 2019. Vol. 9. No. 4. Pp. 914–927. (In Russian)
12. *Antologiya pamyatnikov prava narodov Kavkaza. Tom. 5. Pamyatniki prava adygov (cherkesov)* [Anthology of monuments of the law of the peoples of the Caucasus. Vol. 5. Monuments of the law of the Adygs (Circassians)]. Rostov-on-Don: Izdatel'stvo SKAGS, 2013. 812 p. (In Russian)
13. *Mezhdutsestvennyy i regionalizm: administrativnye preobrazovaniya na Tsentral'nom Kavkaze v 70-kh gg. XIX – nachale XX v.: sbornik dokumentov* [Between centralism and regionalism: administrative transformations in the Central Caucasus in the 70s of the XIX – early XX century: collection of documents] / Sost., vstup. st., komment. E.I. Kobakhidze. Vladikavkaz: IPTs SOIGSI VNTs RAN i RSO-A, 2014. 225 p. (In Russian)
14. *Khrestomatiya po istorii gosudarstva i prava Kabardino-Balkarskoi Respubliki (poslednyaya tret' XVIII – nachalo XXI v.)* [A textbook on the history of state and law of the Kabardino-Balkarian Republic (the last third of the XVIII – the beginning of the XXI century)]: textbook. Nal'chik: KBGU, 2015. 268 p. (In Russian)
15. *Otchet po glavnomu upravleniyu namestnika Kavkazskogo za pervoe desyatiletie upravleniya Kavkazskim i Zakavkazskim kraem E.I.V. velikim knyazem Mikhailom Nikolaevichem. 6 dekabrya 1862 – 6 dekabrya 1872 g.* [Report on the general administration of the Governor of the Caucasus for the first decade of the administration of the Caucasian and Transcaucasian territory by E.I.V. Grand Duke Mikhail Nikolaevich. December 6, 1862 – December 6, 1872]. Tiflis: Tipografiya glavnogo upravleniya namestnika kavkazskogo, 1873. 62 p. (In Russian)
16. *Rossiiskii gosudarstvennyi istoricheskii arkhiv* [The Russian State Historical Archive]. F. 1405. Op. 71. Ed. khr. 4217. (In Russian)
17. Reinke N.M. *Gorskie i narodnye sudy Kavkazskogo kraja* [Mountain and People's Courts of the Caucasus Region]. Sankt-Peterburg: Senatskaya tipografiya, 1912. 71 p. (In Russian)
18. *Sbornik svedenii o Terskoi oblasti* [Collection of information about the Tersk region]: Vyp. 1 / Red. N. Blagoveshchenskiy. Vladikavkaz: Tersk. obl. stat. kom., 1878. 382 p. (In Russian)
19. *Terskiy kalendar' na 1915 god* [Terek calendar for 1915]. Vyp. 24 / Red. S.P. Gortinsky. Vladikavkaz: Izd-vo Terskogo obl. stat. kom., 1915. 221 p. (In Russian)
20. *Materialy po obozreniyu gorskikh i narodnykh sudov Kavkazskogo kraja. Sobrany pod nablyudeniem i.o. ober-prokurora obshchego sobraniya kassatsionnykh departamentov Pravitel'stvuyushchego Senata N.M. Reinke, chlenom Moskovskoi sudebnoi palaty N.M. Agishevym i tovarishchem prokurora Tambovskogo okružhnogo suda V.D. Bushenom* [Materials on the review of the mountain and people's courts of the Caucasus region. Collected under the supervision of Acting Chief Prosecutor of the General Meeting of Cassation Departments of the Governing Senate N.M. Reinke, member of the Moscow Judicial Chamber N.M. Agishev and comrade prosecutor of the Tambov District Court V.D. Bushen]. SPb.: Senatskaya tipografiya, 1912. 278 p. (In Russian)
21. Albogachieva M.S.-G. *Funktsionirovanie v Ingushetii trekhzvennogo suda: adatnogo, shariatskogo i rossiiskogo (XIX v.)*. [Functioning of a three-tier court in Ingushetia: adat, sharia and Russian (XIX century)]. *Lavrovskii sbornik. Etnologiya, istoriya, arkheologiya, kul'turologiya: Materialy XXXIII Sredneaziatsko-Kavkazskikh chtenii 2008-2009 gg.: k stoletiyu so dnya rozhdeniya*

*L.I. Lavrova* [The Lavrov collection. Ethnology, history, archeology, cultural studies: materials of the XXXIII Central Asian-Caucasian Readings of 2008–2009: on the centenary of the birth of L.I. Lavrov], Sankt-Peterburg, 15–17 maya 2008 goda. Sankt-Peterburg: Muzei antropologii i etnografii im. Petra Velikogo (Kunstkamera) RAN, 2009. Pp. 114–118. (In Russian)

22. *Terskii kalendar' na 1896 god* [The Terek calendar for 1896]. Vyp. 5 / Red. G.A. Vertepova. Vladikavkaz: Izd-vo Terskogo obl. stat. kom., 1895. 410 p. (In Russian)

23. *Vsepoddanneishii otchet nachal'nika Terskoi oblasti i nakaznogo atamana Terskogo kazach'ego voiska o sostoyanii oblasti i voiska za 1914 god* [The most comprehensive report of the chief of the Tersk region and the ataman of the Tersk Cossack army on the state of the region and the army in 1914]. Vladikavkaz: Tip. obl. pravleniya Tersk. obl., 1915. 103 p. (In Russian)

### Информация об авторе

**Хагажеев Мирбек Асланович**, аспирант, Научно-образовательный центр Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук;

360010, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2;

ma\_khagazheev@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5155-0731>

### Information about the author

**Mirbek A. Khagazheev**, Post-graduate student, Scientific and Educational Center Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360010, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street;

ma\_khagazheev@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5155-0731>

## Хамиду Алиевичу Малкандуеву – 85 лет



Хамид Алиевич Малкандуев родился 13 февраля 1939 года, он доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства колосовых культур Института сельского хозяйства – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук» (ИСХ КБНЦ РАН).

Научные исследования Х. А. Малкандуева, охватывая широкий круг проблем, направленных на повышение продуктивности и качества озимых и крупяных культур, явились значительным вкладом в науку.

Под его руководством и при личном участии, совместно с ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко», созданы и переданы на Государственное сортоиспытание 25 сортов озимых и яровых культур. Х. А. Малкандуев имеет 25 патентов и авторских свидетельств на сорта озимой пшеницы, озимого ячменя, озимой тритикале и проса. В настоящее время Государственное испытание проходят три новых высокопродуктивных сорта озимых культур. На переданные и районированные сорта получено 15 золотых, серебряных и бронзовых медалей. Созданные совместно с Национальным центром зерна сорта имеют потенциальную продуктивность 60–100 ц/га. Под руководством Х. А. Малкандуева в институте организовано семеноводство по новым сортам колосовых культур. В настоящее время допущены к использованию в производстве на Северном Кавказе сорта озимой мягкой пшеницы Мурат, Южанка, Таулан, Памяти Шатилова; сорта озимой тритикале Берекет и Инал; озимый ячмень Мадар; сорта проса Чегет и Эльбрус 10. Сорт озимой мягкой пшеницы Южанка занимал в республике в последние годы более 18 тыс. га.

По результатам научных исследований Х. А. Малкандуевым опубликовано более 200 работ, в том числе 1 монография, 27 книг, брошюр и рекомендаций.

Малкандуев Х. А. неоднократно избирался депутатом Красноармейского сельского совета и Терского райсовета (1987–1994 гг.). С августа 1986 года и в течение последующих 15 лет он занимал должность заместителя директора по научной работе в КБГСХОС, Всероссийском НИИ кукурузы и Кабардино-Балкарском НИИ сельского хозяйства, одновременно исполняя обязанности заведующего лабораторией селекции и семеноводства полевых культур (общий стаж заведующего лабораторией – 45 лет). В 1997 г. защитил докторскую диссертацию «Основы повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы и проса в центральной части Северного Кавказа».

С 2001-го по 2007 год Хамид Алиевич – ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства полевых культур КБНИИСХ, с 2007-го по 2021 год – заведующий

лабораторией селекции и семеноводства озимых колосовых культур Института сельского хозяйства КБНЦ РАН. С 2022 года по настоящее время Малкандуев Х. А. – ведущий научный сотрудник этой лаборатории.

Долгие годы он являлся членом Диссертационного совета КБГАУ имени В. М. Кокова, членом Ученого совета и методической комиссии ИСХ КБНЦ РАН, членом Координационного совета по крупяным культурам Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина, экспертом Федерального агентства научных организаций России по оценке деятельности научных учреждений, членом региональной Госкомиссии по испытанию и охране селекционных достижений. Под его руководством подготовлено 6 кандидатов наук.

Награжден: значком ЦК ВЛКСМ (1957), значком «За освоение новых земель» (1957), медалью «За освоение Целинных земель» (1958), медалью «Ветеран труда» (1995), Почетной грамотой ВРО ВАСХНИЛ (1981), Почетной грамотой МСХ РФ (2005), Почетной грамотой МСХ и П КБР (2008), Почетной грамотой КБНЦ РАН (2024). Хамид Алиевич – заслуженный деятель науки Кабардино-Балкарской Республики (2021), за достигнутые успехи в научно-исследовательской работе имя Х. А. Малкандуева внесено в книгу «Гордость республики».

Уважаемый Хамид Алиевич, коллектив Кабардино-Балкарского научного центра РАН от всей души поздравляет Вас с 85-летним юбилеем! Пусть Ваша жизнь всегда будет наполнена уважением и поддержкой коллег, теплотой и любовью родных и близких, настоящим человеческим счастьем, а профессионализм и накопленный опыт еще долгие годы служат на благо не только нашей республики, но и России и будут стимулом для новых свершений.

С уважением и наилучшими пожеланиями!

# **ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫХ АВТОРАМИ В ЖУРНАЛ «ИЗВЕСТИЯ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН»**

1. Журнал «Изнестия 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. Агрономия, 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. Агрономия, 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. Агрохимия, 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 «Изнестия 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 меняется.

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, тогда 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;

- статья должна быть набрана шрифтом Times New Roman, размер 14, полуторный интервал;

- таблицы, алгоритмы, рисунки, схемы и т.п. должны быть выполнены в формате А4 книжной ориентации.

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. Региональная и отраслевая экономика, 5.2.6. Менеджмент); 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://...> (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;

- tables, algorithms, figures, diagrams, etc. must be in A4 format, portrait orientation.

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 № 1 2024

Сквозной номер выпуска – 117

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. Канукоева*

Перевод – *Д. Г. Макоева*

ISSN 1991-6639



---

Подписано в печать 20.02.2024 г. Дата выхода в свет: 29.02.2024 г.

Формат бумаги 60x84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная.

Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 11.39. 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



DOI: 10.35330/1991-6639  
Подписной индекс 20145