Общероссийская общественная организация
«Российская инженерная академия»

All-russian public organization
«Russian Engineering Academy»

0+

НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ

(политехнический вестник)

SCIENCE. ENGINEERING. TECHNOLOGY

(polytechnical bulletin)

№ 2

2026

Общероссийская общественная организация
«Российская инженерная академия»

All-russian public organization
«Russian Engineering Academy»

НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ
(политехнический вестник)

2026, № 2

(печатная версия научного
мультидисциплинарного журнала
«Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник)»

https://id-yug.com/

Основан в 2013 г.

ISSN 2309-3250 (print) ISSN 2309-3269 (on-line)

Свидетельство о регистрации СМИ:
ПИ № ФС77-85591 от 17 июля 2023 г.
Эл № ФС77-85592 от 17 июля 2023 г.

Лицензионный договор Научная Электронная Библиотека (НЭБ)
(Российский индекс научного цитирования)
№ 446-07/2013 от 30 июля 2013 г.

———

SCIENCE. ENGINEERING. TECHNOLOGY
(polytechnical bulletin)

2026, № 2

(printing version of the scientific multidisciplinary magazine
«Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin)»

https://id-yug.com/

It is founded in 2013.

ISSN 2309-3250 (print) ISSN 2309-3269 (on-line)

Certificate on registration of mass media:
ПИ № ФС77-85591 dated July 17, 2023.
Эл № ФС77-85592 dated July 17, 2023.

License contract Scientific Electronic Library (SEL)
(Russian index of scientific citing)
№ 446-07/2013 of July 30, 2013.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ---------- **EDITOR-IN-CHIEF**

БЕРЕЖНОЙ Сергей Борисович,
Действительный член (академик) Российской инженерной академии, доктор технических наук, профессор, директор, Краснодарский колледж управления, техники и технологий, Российская Федерация.

BEREZHNOY Sergey Borisovich,
Full Member (Academician) of the Russian Academy of Engineering, Doctor of Technical Sciences, Professor, Director, Krasnodar College of Management, Technology and Technology, Russian Federation.

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:----------**DEPUTY CHIEF EDITORS:**

КАСЬЯНОВ Геннадий Иванович,
Действительный член (академик) Российской инженерной академии, доктор технических наук, профессор, Российская Федерация.

KASYANOV Gennady Ivanovich,
Full Member (Academician) of the Russian Academy of Engineering, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian Federation.

ФОМЕНКО Олег Яковлевич,
Кандидат технических наук, доцент,
директор, ООО «Издательский Дом – Юг».

FOMENKO Oleg Yakovlevich,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Director of JSC «Publishing House – South».

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

АНТОНИАДИ Дмитрий Георгиевич,
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна Института Нефти, газа и энергетики, Кубанский государственный технологический университет, Российская Федерация.

АТРОЩЕНКО Валерий Александрович,
Доктор технических наук, профессор, КВВУ им. С.М. Штеменко, Российская Федерация.

АХМЕДОВ Магомед Эминович,
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Технологии пищевых производств, общественного питания и товароведения, Дагестанский государственный технический университет, Российская Федерация.

ГУКАСЯН Александр Валерьевич,
Доктор технических наук, директор Института механики, робототехники, инженерии транспортных и технических систем, Кубанский государственный технологический университет, Российская Федерация.

ВИКТОРОВА Елена Павловна,
Доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, заместитель председателя Учёного Совета, Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Российская Федерация.

ГЛАДИЛИН Александр Васильевич,
Доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики и внешнеэкономической деятельности Института экономики и управления, Северо-Кавказский Федеральный университет, Российская Федерация.

ДОМБРОВСКИЙ Александр Николаевич,
Кандидат технических наук, доцент, председатель Попечительского совета Кубанского государственного технологического университета, научный редактор журнала «Бюджет», Российская Федерация.

ЗАПОРОЖСКИЙ Алексей Александрович,
Действительный член (академик) Российской инженерной академии, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры биотехнологии и продуктов питания животного происхождения факультета биотехнологии и пищевых производств, Кубанский государственный технологический университет, Российская Федерация.

ЗОЛОТОКОПОВА Светлана Васильевна,
Доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой Технологии товаров и товароведения Института рыбного хозяйства, биологии и природопользования, Астраханский государственный технический университет, Российская Федерация.

EDITORIAL COUNCIL:

ANTONIADI Dmitry Georgiyevich,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Prof. G.T. Vartumyan Chair of Oil and Gas Engineering, Institute of Oil, Gas and Energy, Kuban State Technological University, Russian Federation.

ATROSHCHENKO Valery Aleksandrovich,
Doctor of Technical Sciences, Professor, S.M. Shtemenko KVVU, Russian Federation.

AKHMEDOV Magomed Eminovich,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Food Production Technology, Catering and Commodity Science, Dagestan State Technical University, Russian Federation.

GUKASYAN Alexander Valeryevich,
Doctor of Technical Sciences, Director of the Institute of Mechanics, Robotics, Engineering of Transport and Technical Systems, Kuban State Technological University, Russian Federation.

VIKTOROVA Elena Pavlovna,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher, Deputy Chairman of the Academic Council, Krasnodar Research Institute for Storage and Processing of Agricultural Products – a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking», Russian Federation.

GLADILIN Alexander Vasilievich,
Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Economics and Foreign Economic Activity, Institute of Economics and Management, North Caucasus Federal University, Russian Federation.

DOMBROVSKY Alexander Nikolayevich,
Candidate of Technical Sciences, Chairman of the Board of Trustees of Kuban State Technological University, Scientific Editor of the journal «Budget», Russian Federation.

ZAPOROZHSKY Alexey Aleksandrovich,
Full Member (Academician) of the Russian Academy of Engineering, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor, Department of Biotechnology and Food of Animal Origin, Faculty of Biotechnology and Food Production, Kuban State Technological University, Russian Federation.

ZOLOTOKOPOVA Svetlana Vasilievna,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Commodity Technology and Commodity Management, Institute of Fisheries, Biology and Nature Management, Astrakhan State Technical University, Russian Federation.

ИБРАГИМОВ Рафик Салман оглы,
Кандидат технических наук, доцент кафедры Нефтегазовой инженерии, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Республика Азербайджан.

КАЗЕЕВ Камиль Шагидуллович,
Доктор географических наук, доктор биологических наук, профессор, директор Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Южный федеральный университет, Российская Федерация.

КОЛЕСНИКОВ Сергей Ильич,
Доктор сельскохозяйственных наук, кандидат географических наук, профессор, заведующий кафедрой Экологии и природопользования, Южный федеральный университет, Российская Федерация.

КОСТРОМИН Михаил Витальевич,
Доктор технических наук, профессор, член Российской инженерной академии, заместитель Академика – секретаря секции: геология, добыча и переработка полезных ископаемых, Российская инженерная академия, Российская Федерация.

ЛОЖКИН Виталий Петрович,
Доктор технических наук, профессор, Вице-президент, Действительный член Российской инженерной академии, руководитель Калининградского отделения РИА, Российская Федерация.

МАХСУМОВ Илхом Бурхонович,
Кандидат технических наук, заведующий кафедрой Альтернативных источников энергии, Институт энергетики Таджикистана, Республика Таджикистан.

МУСТАФАЕВА Рена Эльдар кызы,
Кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры Нефтехимической технологии и промышленной экологии, Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Республика Азербайджан.

ОЛЬХОВАТОВ Егор Анатольевич,
Действительный член (академик) Российской инженерной академии, ученый секретарь Кубанского отделения, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой факультета пищевых технологий, Кубанский государственный аграрный университет, Российская Федерация.

ПОЛИДИ Александр Анатольевич,
Доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры цифровой экономики Института цифровой экономики и инноваций, Кубанский государственный аграрный университет, директор АНО «Краснодарский институт экономики роста им. Столыпина П. А.» Российская Федерация.

ПУНАНОВА Светлана Александровна,
Доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник, Институт проблем нефти и газа (ИПНГ) Российской Академии Наук, Российская Федерация.

IBRAHIMOV Rafik Salman oglu,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Oil and Gas Engineering, Azerbaijan State University of Oil and Industry, Republic Azerbaijan.

KAZEEV Kamil Shagidullovich,
Doctor of Geographical Sciences, Doctor of Biological Sciences, Professor, Director of the D.I. Ivanovsky Academy of Biology and Biotechnology, Southern Federal University, Russian Federation.

KOLESNIKOV Sergey Ilyich,
Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Ecology and Nature Management, Southern Federal University, Russian Federation.

KOSTROMIN Mikhail Vitalievich,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Member of the Russian Academy of Engineering, Deputy Academician – Secretary of Section: Geology, Mining and Mineral Processing, Russian Academy of Engineering, Russian Federation.

LOZHKIN Vitaly Petrovich,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice President, Full Member of Russian Engineering Academy, Head of Kaliningrad Branch of REA, Russian Federation.

MAKHSUMOV Ilhom Burkhonovich,
Candidate of Technical Sciences, Head of the Department Alternative Energy Sources, Institute of Energy of Tajikistan, Republic of Tajikistan.

MUSTAFAYEVA Rena Eldar gizi,
Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Petrochemical Technology and Industrial Ecology, Azerbaijan State University of Oil and Industry, Republic of Azerbaijan.

OLKHOVATOV Egor Anatolievich,
Full member (academician) of the Russian Academy of Engineering, scientific secretary of the Kuban branch, candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department of technology for storage and processing of plant-growing faculty of food technologies, Kuban State Agrarian University, Russian Federation.

POLIDI Alexander Anatolyevich,
Doctor of Economics, Professor, Professor, Department of Digital Economics, Institute of Digital Economics and Innovation, Kuban State Agrarian University, Director of the Krasnodar Institute for Growth Economics named after P. A. Stolypin. Russian Federation.

PUNANOVA Svetlana Aleksandrovna,
Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Chief Scientific Associate, Institute of Oil and Gas Problems (IPNG) of Russian Academy of Sciences, Russian Federation.

САВЕНОК Ольга Вадимовна,
Доктор технических наук, доцент, профессор кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, Санкт-Петербургский горный университет, Российская Федерация.

САЖИН Виктор Борисович,
Доктор технических наук, профессор, Член Президиума Российской инженерной академии, Российская инженерная академия, Российская Федерация.

САУРИН Василий Васильевич,
Доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук (ИПМех РАН), Российская Федерация.

СЕКИСОВ Александр Николаевич,
Действительный член (академик) Российской инженерной академии, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры строительного производства архитектурно-строительного факультета, Кубанский государственный аграрный университет, Российская Федерация.

СМЕЛЯГИН Анатолий Игоревич,
Доктор технических наук, профессор, руководитель центра коллективного пользования «Исследовательский центр машиностроения, материаловедения и конструкций», Кубанский государственный технологический университет, Российская Федерация.

ТРУФЛЯК Евгений Владимирович,
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Эксплуатации и технического сервиса, Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Российская Федерация.

ТУЛЕШОВ Амандык Куатович,
Доктор технических наук, профессор, заведующий Лабораторией интеллектуальных роботехнических систем, Институт механики и машиноведения им. У.А. Джолдасбекова, Республика Казахстан.

УРТЕНОВ Махамет Али Хусеевич,
Доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры Прикладной математики, Кубанский государственный университет, Российская Федерация.

УДОДОВ Сергей Алексеевич,
Член президиума Российской инженерной академии, руководитель Кубанского отделения, кандидат технических наук, доцент, директор по научно-техническому сопровождению ООО «Центр развития строительных технологий», Российская Федерация.

ЧЕЛНОКОВ Виталий Вячеславович,
Доктор технических наук, доцент, профессор кафедры Логистики и экономической информатики, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Российская Федерация.

SAVENOK Olga Vadimovna,
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of Development and Operation of Oil and Gas Fields, St. Petersburg Mining University, Russian Federation.

SAZHIN Victor Borisovich,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Member of the Presidium of the Russian Engineering Academy, Russian Academy of Engineering, Russian Federation.

SAURIN Vasily Vasilyevich,
Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Leading Researcher, Institute of Mechanics Problems of A.Y. Ishlinsky of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation.

SEKISOV Alexander Nikolaevich,
Full member (academician) of the Russian Academy of Engineering, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of construction production of the Faculty of Architecture and Civil Engineering, Kuban State Agrarian University, Russian Federation.

SMELYAGIN Anatoly Igorevich,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Center for Collective Use «Research Center of Mechanical Engineering, Material Science and Constructions», Kuban State Technological University, Russian Federation.

TRUFLYAK Evgeny Vladimirovich,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Operation and Technical Service, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russian Federation.

TULESHOV Amandyk Kuatovich,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Intelligent Robotic Systems, Institute of Mechanics and Machine Science named after U.A. Joldasbekov, Republic of Kazakhstan.

URTENOV Makhamet Ali Khuseevich,
Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Professor of Applied Mathematics Department, Kuban State University, Russian Federation.

UDODOV Sergey Alekseevich,
Member of the Presidium of the Russian Academy of Engineering, head of the Kuban branch, candidate of technical sciences, associate professor, director for scientific and technical support of LLC Center for the Development of Construction Technologies, Russian Federation.

CHELNOKOV Vitaly Vyacheslavovich,
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Logistics and Economic Informatics, Russian University of Chemical Technology of D.I. Mendeleev, Russian Federation.

ЧЕШЕВ Анатолий Степанович,
Доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры Землепользования и землеустройства Новочеркасского инженерно-мелиоративного института им. А.К. Кортунова, Донской государственный аграрный университет.

ШАЗЗО Аслан Юсуфович,
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Пищевой инженерии факультета биотехнологии и пищевых производств, Кубанский государственный технологический университет, Российская Федерация.

ШАПОШНИКОВА Татьяна Леонидовна,
Доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой физики Института фундаментальных наук, директор технопарка «Квант Кубань-КубГТУ», Кубанский государственный технологический университет, Российская Федерация.

ШИПУЛИН Валентин Иванович,
Доктор технических наук, профессор, заведующий базовой кафедрой технологии мяса и мясных продуктов факультета пищевой инженерии и биотехнологий имени академика А.Г. Храмцова, Северо-Кавказский федеральный университет, Российская Федерация.

ЯКУБОВ Салимжон Иминжанович,
Кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Институт общей и неорганической химии Академии Наук Республики Узбекистан, Республика Узбекистан.

ЯСЬЯН Юрий Павлович,
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Технологии нефти и газа Института нефти, газа и энергетики, Кубанский государственный технологический университет, Российская Федерация.

CHESHEV Anatoly Stepanovich,
Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Land Use and Land Management of the A.K. Kortunov Novocherkassk Reclamation Engineering Institute, Don State Agrarian University.

SHAZZO Aslan Yusufovich,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Food Engineering, Faculty of Biotechnology and Food Production, Kuban State Technological University, Russian Federation.

SHAPOSHNIKOVA Tatiana Leonidovna,
Doctor of Pedagogical Sciences, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Department of Physics, Institute of Fundamental Sciences, Director of Technopark «Quantum Kuban-KubGTU», Kuban State Technological University, Russian Federation.

SHIPULIN Valentin Ivanovich,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Basic Department of Meat and Meat Products Technology, Faculty of Food Engineering and Biotechnology named after Academician A.G. Khramtsov, North Caucasus Federal University, Russian Federation.

YAKUBOV Salimjon Iminjanovich,
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Institute of General and Inorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Republic of Uzbekistan.

YASYAN Yuriy Pavlovich,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Oil and Gas Technology, Institute of Oil, Gas and Power Engineering, Kuban State Technological University, Russian Federation.

УЧРЕДИТЕЛЬ ---------- **FOUNDER**

ООО «Издательский Дом – Юг» JSC «Publishing House – South»

АДРЕС РЕДАКЦИИИ ИЗДАТЕЛЯ:

Российская Федерация,
350072, Краснодарский край,
г. Краснодар, ул. Зиповская 9,
литер «Г», оф. 41/3

ADDRESS OF EDITION AND PUBLISHER:

Russian Federation,
350072, Krasnodar Krai,
Krasnodar, Zipovskaya St., 9,
letters «G», office 41/3

ЗАВЕДУЮЩИЙ РЕДАКЦИЕЙ

Фоменко Олег Яковлевич
Тел.: +7(918) 41-50-571

MANAGER OF EDITION

Fomenko Oleg Yakovlevich
Ph.: +7(918) 41-50-571

e-mail: id-yug@id-yug.com

ДИРЕКТОР ИЗДАТЕЛЬСТВА

Фоменко Олег Яковлевич
Тел.: +7(918) 41-50-571

DIRECTOR OF PUBLISHING HOUSE

Fomenko Oleg Yakovlevich
Ph.: +7(918) 41-50-571

e-mail: id-yug@id-yug.com

https://id-yug.com/

ОГЛАВЛЕНИЕ / CONTENTS

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
TECHNICAL SCIENCES

Алексеев Д.А., **Дьяченко Р.А.**
Современные подходы к организации взаимодействия групп мобильных роботов в мультиагентных системах управления 19

Alekseev D.A., **Djachenko R.A.**
Modern approaches to organizing the interaction of groups of mobile robots in multi-agent control systems

Артюхов А.М., **Леонова А.Н.**
Анализ методов усиления фундаментов 22

Artyukhov A.M., **Leonova A.N.**
Analysis of methods for strengthening foundations

Аюпова Е.Н., **Скляренко В.М.**
Стратиграфические особенности рифейских отложений Волго-Уральского региона 25

Ayupova E.N., **Sklyarenko V.M.**
Stratigraphical features of the riphean deposits in the Volga-Ural region

Барда В.С., **Вальков Е.Д.**, **Семенова С.В.**, **Кузьмина М.А.**, **Надирян С.Л.**
Проблемы и перспективы развития новых маршрутов грузовых перевозок РФ в условиях санкций 28

Barda V.S., **Valkov E.D.**, **Semenova S.V.**, **Kuzmina M.A.**, **Nadiryan S.L.**
Problems and prospects for developing new freight transportation routes in the Russian Federation under

Барда В.С., **Вальков Е.Д., Семенова С.В.**, **Кузьмина М.А.**, **Надирян С.Л.**
Трансформация экспортно-импортных грузопотоков России в условиях санкционных ограничений 2021–2025 гг. 33

Barda V.S., **Valkov E.D.**, **Semenova S.V.**, **Kuzmina M.A.**, **Nadiryan S.L.**
Transformation of Russia's export and import freight flows under sanctions restrictions in 2021–2025

Бариева Р.Н., **Казанцева И.А.**
Современные аспекты процесса получения триметилкарбинола 36

Bariyeva R.N., **Kazantseva I.A.**
Modern aspects of the process of obtaining trimethylcarbinol

Долгополов В.Е., **Кайшева В.А.**
Одноэтажные и двухэтажные шпренгели: принципы проектирования и применения в строительстве 41

Dolgopolov V.E., **Kaisheva V.A.**
Single-storey and double-storey spangles: principles of design and application in construction

Золотокопова С.В., **Золотокопов А.В.**, **Торосян Э.С.**, **Касьянов Д.Г.**
Безотходные и малоотходные технологии
в экономике замкнутого цикла рыбоперерабатывающих производств 47

Zolotokopova S.V., **Zolotokopov A.V.**, **Torosyan E.S.**, **Kasyanov D.G.**
Waste-free and low-waste technologies
in the closed-loop economy of fish processing industries

Золотокопова С.В., **Касьянов Г.И.**, **Медведев А.М.**
Технологические приемы создания специализированных
продуктов питания геродиетического назначения 57

Zolotokopova S.V., **Kasyanov G.I.**, **Medvedev A.M.**
Technological methods for creating specialized gerodietic food products

Золотокопов А.В., **Касьянов Г.И.**, **Медведев А.М.**
Достижения в области экстракции ценных компонентов
из растительного сырья сжиженными углеводородными газами 67

Zolotokopov A.V., **Kasyanov G.I.**, **Medvedev A.M.**
Advances in the field of extraction of valuable components
from plant raw materials by liquefied hydrocarbon gases

Кайшева А.И., **Леонова А.Н.**
Сравнительный анализ методов усиления железобетонных ферм
холстами углеволокна и стальных обойм 74

Kaisheva A.I., **Leonova A.N.**
Comparative analysis of methods of reinforcing reinforced concrete
trusses with carbon fiber canvases and steel cages

Кацнельсон М.А., **Леонова А.Н.**
Анализ эффективности методов усиления фундаментов
при надстройке этажей в условиях стесненной городской застройки 77

Katsnelson M.A., **Leonova A.N.**
Analysis of the efficiency of foundation strengthening methods
for storey addition under confined urban development conditions

Коновалова Т.В., **Надирян С.Л.**, **Гонтарук А.В.**, **Чумак А.А.**
Современные подходы к организации перевозок скоропортящихся грузов 80

Konovalova T.V., **Nadiryan S.L.**, **Gontaruk A.V.**, **Chumak A.A.**
Modern approaches to the organization of transportation of perishable goods

Коновалова Т.В., **Надирян С.Л.**, **Кабишева В.М.**
Современные подходы к организации грузовых перевозок
и управлению транспортным предприятием
на примере ООО «ГПТ Москва» 84

Konovalova T.V., **Nadiryan S.L.**, **Kabisheva V.M.**
Modern approaches to the organization of freight transportation
and management of a transport enterprise on the example of GTLMoscow llc

Коновалова Т.В., **Надирян С.Л.**, **Кабишева В.М.**
Оптимизация парка грузового автотранспорта, обоснование выбора
подвижного состава в современных условиях 88

Konovalova T.V., **Nadiryan S.L.**, **Kabisheva V.M.**
Optimization of the farm of cumplish automobile transport,
justification of the choice of movable composition in modern conditions

Коновалова Т.В., **Надирян С.Л.**,
Котенкова И.Н., **Гонтарук А.В.**, **Чумак А.А.**
Оценка доступности объектов транспортной инфраструктуры
для маломобильных групп населения 92

Konovalova T.V., **Nadiryan S.L.**,
Kotenkova I.N., **Gontaruk A.V.**, **Chumak A.A.**
Assessment of accessibility of transport infrastructure facilities
for low-mobility groups of the population

Коновалова Т.В., **Надирян С.Л.**,
Сенин И.С., **Гонтарук А.В.**, **Чумак А.А.**
Оптимизации маршрутов движения населения городов
посредством интеграции «зеленых зон передвижения» 96

Konovalova T.V., **Nadiryan S.L.**,
Senin I.S., **Gontaruk A.V.**, **Chumak A.A.**
Optimization of urban population movement routes through
the integration of «green movement zones»

Крюкова В.О., **Бендега Д.А.**, **Вонарх Ю.С.**
Анализ качества кода на языке C#,
генерируемого нейросетевыми ассистентами 100

Kryukova V.O., **Bendega D.A.**, **Vonarkh Yu.S.**
Analysis of C# code quality generated by neural network assistants

Надирян С.Л., **Кабишева В.М.**, **Кузьмина М.А.**
Анализ современного состояния транспортных коридоров,
проходящих по территории России в существующих условиях 104

Nadiryan S.L., **Kabisheva V.M.**, **Kuzmina M.A.**
Analysis of the current condition of transport corridors passing through
the territory of Russia under existing conditions

Надирян С.Л., **Кабишева В.М.**, **Тыргалов К.В.**, **Кузьмина М.А.**
Анализ современного положения российских перевозчиков
на мировом транспортном рынке 110

Nadiryan S.L., **Kabisheva V.M.**, **Tyrgalov K.V.**, **Kuzmina M.A.**
Analysis of the current position of russian carriers
in the global transport market

Надирян С.Л., **Леонова И.О.**, **Тыргалов К.В.**
Экономический анализ текущего состояния и перспектив реализации
мероприятий для повышения безопасности и эффективности
работы водителей на примере предприятия ООО «Новая Логистика» 117

Nadiryan S.L., **Leonova I.O.**, **Targalov K.V.**
The economic analysis of the current state and prospects
for the implementation of measures to improve the safety
and efficiency of drivers using the example of OOO Novaya Logistika

Оботурова Н.П., **Шипулин В.И.**, **Литвищенко Е.С.**, **Бояджян Р.Е.**
Научное обоснование роли стейков сухого созревания
из говядины и свинины в структуре современного питания человеека:
биохимические, микробиологические и нутрициологические аспекты 121

Oboturova N.P., **Shipulin V.I.**, **Litvishchenko E.S.**, **Boyadzhyan R.E.**
Scientific justification of the role of dry-matured steaks
of beef and pork in the structure of modern human diet:
biochemical, microbiological, and nutritional aspects

Петрова Е.П.
Исследование качества электрической энергии
в южном кампусе Мурманского арктического университета 128

Petrova E.P.
Study of the quality of electrical energy in the southern campus
of the Murmansk Arctic University

Питкин В.А., **Бритвина А.М.**
Производительность интерфейса
в зависимости от графического оформления 132

Pitkin V.A., **Britvina A.M.**
Interface performance depending on graphic design

Посохова В.А., **Ачох Д.Р.**, **Гура Д.А.**
Управление IT-проектами в кадастровой деятельности 135

Posokhova V.A., **Achokh D.R.**, **Gura D.A.**
Management of IT projects in cadastral activities

Старостин А.А., **Леонова А.Н.**
Методы реконструкции зданий и сооружений 139

Starostin A.A., **Leonova A.N.**
Methods of reconstruction of buildings and structures

Тарабанов Е.А., **Леонова А.Н.**
Сравнительный анализ методов усиления сборных
железобетонных плит перекрытия композитными материалами,
наращиванием сечений и дополнительным армированием 143

Tarabanov E.A., **Leonova A.N.**
Comparative analysis of methods for strengthening prefabricated
reinforced concrete floor slabs with composite materials,
cross-section build-up and additional reinforcement

Удодов С.А., **Чилингарян В.Э.**
Применение наноглин, активированных кавитацией,
в производстве бетона: экономический и технологический потенциал 147

Udodov S.A., **Chilingaryan V.E.**
The use of cavitation-activated nanoclays in concrete production:
economic and technological potential

Хорошев А.А., **Бердник А.А.**
Технология SIFCON в современном строительстве 151

Khoroshev A.A., **Berdnik A.A.**
SIFCON technology in modern construction

Черкашина А.А., **Леонова А.Н.**
Сравнительный анализ методов усиления кирпичных конструкций
металлическими обоймами и композитными материалами 154

Cherkashina A.A., **Leonova A.N.**
Comparative analysis of methods of reinforcing brick structures
with metal cages and composite materials

Шаззо А.Ю., **Бахмет М.П.**, **Данилова А.Н.**
Технологические возможности операций
замкнутого цикла переработки зерна риса 157

Shazzo A.Yu., **Bakhmet M.P.**, **Danilova A.N.**
Technological capabilities of closed-loop rice grain processing operations

НАУКИ О ЗЕМЛЕ
SCIENCES ABOUT THE EARTH

Азанов А.С., Козлов А.С.
К вопросу о разработке коррозионностойкого состава утяжеленного тампонажного материала для цементирования обсадных колонн в условиях АВПД 165

Azanov A.S., **Kozlov A.S.**
On the development of a corrosion resistant heavy weight cementing material for casing cementing under abnormally high formation pressure conditions

Березовский Д.А.
Оптимизация работы эксплуатационного фонда скважин нефтегазоконденсатного месторождения полуострова Ямал в условиях преждевременного обводнения 169

Berezovsky D.A.
Optimization of operation of production wells of the yamal peninsula oil and gas condensate field under conditions of premature water flooding

Гребцова С.Д., **Цыбульская В.О.**, **Гузик Т.В.**
Химическая очистка и обезвреживание сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий 189

Grebtsova S.D., **Tsybulskaya V.O.**, **Guzik T.V.**
Chemical treatment and disposal of wastewater from oil refineries

Гузик Т.В., **Голованова П.А.**, **Зинченко Ю.В.**
Контроль качества нефти и товарных нефтепродуктов 195

Guzik T.V., **Golovanova P.A.**, **Zinchenko Yu.V.**
Quality control of crude oil and commercial petroleum products

Петрушин Е.О.
Геологическое строение и литологические особенности залежей нефтяного месторождения Тюменской области 199

Petrushin E.O.
Geological structure and lithological features of oil deposits in the tyumen region

Петрушин Е.О.
Обоснование эффективности применения технологии зарезки горизонтальных боковых стволов в продуктивном пласте $БС_{4–5}$ нефтяного месторождения 214

Petrushin E.O.
Justification of the efficiency of using the horizontal sidetracking technology in the productive reservoir $BS_{4–5}$ of the oil field

Тихонов Е.В.
Возможные пути решения проблемы бурения скважин в условиях аномально низких пластовых давлений 239

Tikhonov E.V.
Possible ways to solution the problem of drilling wells in conditions of abnormally low formation pressures

Шелухин А.А., **Титова В.Э.**
Незарегистрированные земельные участки
в дачных некоммерческих товариществах: причины и пути легализации 243

Shelukhin A.A., **Titova V.E.**
Unregistered land plots in non-profit summer cottages:
causes and ways of legalization

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ
PEDAGOGICAL SCIENCES

Аваков Г.С., **Матвеев В.С.**
Научно-методический анализ стратегий питания
для коррекции состава тела студентов очной формы обучения 249

Avakov G.S., **Matveev V.S.**
Scientific and methodological analysis of nutrition strategies
for body composition correction of full-time students

Деревянко И.В., **Питкин В.А.**
Психофизиологическая адаптация пользователя к иммерсивным
нейросетевым средам: роль физической подготовки 255

Derevyanko I.V., **Pitkin V.A.**
Psychophysiological adaptation of the user to immersive
neural network environments: the role of physical training

Еременко В.Н., **Агабеков Т.К.**
Тренировка в дополненной реальности:
новый уровень для детского баскетбола 258

Eremenko V.N., **Agabekov T.K.**
Training in augmented reality: a new level for youth basketball

Еременко В.Н., **Питкин В.А.**, **Корнев А.А.**
Интеграция систем цифрового мониторинга физической активности
в образовательный процесс высшей школы 261

Eremenko V.N., **Pitkin V.A.**, **Kornev A.A.**
Integration of digital monitoring systems of physical activity into
the educationalnprocess of higher education

Еременко В.Н., **Неприн И.А.**
Совершенствование навыков преподавания
в рамках реализации проекта «Самбо в школу» 264

Eremenko V.N., **Neprin I.A.**
Improving teaching skills in the framework of the «Sambo to school» project

Коновалова М.А., **Губжоков А.А.**
Определение уровня требований к знакам отличия
в физическом воспитании системы комплекса ГТО 267

Konovalova M.A., **Gubzhokov A.A.**
Determination of the level of requirements for distinction badges
in the physical education system of the GTO complex

Коновалова М.А., **Тамошин Д.А.**
Сравнение уровня физической подготовленности
студентов 1 курса 2004–2005 года набора 270

Konovalova M.A., **Tamoshin D.A.**
Comparison of the level of physical fitness of first-year students
of the 2004–2005 enrollment year

Лаврентьева М.А., **Хомченко А.А.**
Холодная война: глобальное противостояние СССР и США
и его историческое наследие 273

Lavrenteva M.A., **Khomchenko A.A.**
Cold war: global confrontation between the USSR and the USA
and its historical legacy

Лаврентьева М.А., **Дубиненко Н.А.**, **Яли Н.К.**
Причины провала плана «Барбаросса»:
анализ неудач группы армий «Юг» в 1941 году 280

Lavrentyeva M.A., **Dubinenko N.A.**, **Yali N.K.**
Reasons for the failure of operation Barbarossa:
analysis of the defeats of army group South in 1941

Ляпунов А.М., **Питкин В.А.**
Фитнес-трекер как учебный полигон для информационной безопасности
подготовки студентов на занятиях физкультурой 287

Lyapunov A.M., **Pitkin V.A.**
Fitness tracker as a training ground for information security education
of students during physical education classes

Питкин В.А., **Батракова К.А.**
Малоподвижный образ жизни как проблема современного образа жизни 290

Pitkin V.A., **Batrakova K.A.**
Less movable lifestyle as a problem of modern lifestyle

Питкин В.А., **Мустафа Х.А.**
Гибридные технологии: новый уровень для волейбола 293

Pitkin V.A., **Mustafa H.A.**
Hybrid technologies: a new level for volleyball

Питкин В.А., **Ниязов К.А.**
Энергопотребление мышц при выполнении силовых упражнений:
связь между мышечными волокнами, техникой и эффективностью 296

Pitkin V.A., **Niyazov K.A.**
Muscle energy consumption during power exercises:
connection between muscle filaments, technique, and efficiency

Питкин В.А., **Панюта К.С.**
Генетическая предрасположенность к различным видам спорта 299

Pitkin V.A., **Panyuta K.S.**
Genetic predisposition to various sports

Питкин В.А., **Славин А.С.**
Киберспорт. Научный подход 303

Pitkin V.A., **Slavin A.S.**
Esports. A scientific approach

Рябов Д.А., **Матвеев В.С.**
Научно-практический обзор: нутритивная поддержка
в профессиональном и любительском спорте 307

Ryabov D.A., **Matveev V.S.**
Scientific and practical review:
nutritional support in professional and amateur sports

Синько О.В., **Ароян С.И.**
Значимость баскетбола в оздоровлении организма 311

Sin'ko O.V., **Aroyan S.I.**
The importance of basketball in body health imporovement

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

•••••••

TECHNICAL SCIENCES

УДК 004.896

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГРУПП МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ В МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

♦♦♦♦♦

MODERN APPROACHES TO ORGANIZING THE INTERACTION OF GROUPS OF MOBILE ROBOTS IN MULTI-AGENT CONTROL SYSTEMS

Алексеев Дмитрий Александрович
ассистент кафедры информатики
и вычислительной техники,
факультет информационных технологий
и кибербезопасности,
Кубанский государственный технологический университет
1qazwsxedc2001@gmail.com

Дьяченко Роман Александрович
доктор технических наук,
доцент,
профессор кафедры информатики
и вычислительной техники,
факультет информационных технологий
и кибербезопасности
Кубанский государственный технологический университет
djachenko.roman@kubstu.ru

Аннотация. В статье рассмотрены современные подходы к организации взаимодействия групп мобильных роботов. Проведен анализ централизованных, децентрализованных и распределенных методов управления, используемых в мультиагентных робототехнических системах. Выявлены основные преимущества и недостатки различных архитектур взаимодействия. Показано, что распределенные методы обеспечивают высокую устойчивость и масштабируемость робототехнических комплексов. Результаты исследования могут быть использованы при разработке систем коллективного управления роботами.

Ключевые слова: мобильные роботы, мультиагентные системы, коллективное управление, взаимодействие роботов, распределенные системы, робототехника, математическое моделирование.

Alekseev Dmitry Aleksandrovich
Assistant Professor of the Department
of Computer Science and Engineering,
Faculty of Information Technology
and Cybersecurity,
Kuban State Technological University
1qazwsxedc2001@gmail.com

Djachenko Roman Aleksandrovich
Doctor of Engineering Sciences,
Associate Professor,
Professor of the Department
of Computer Science and Engineering,
Faculty of Information Technology
and Cybersecurity,
Kuban State Technological University
djachenko.roman@kubstu.ru

Annotation. This article examines modern approaches to organizing interaction between groups of mobile robots. An analysis of centralized, decentralized, and distributed control methods used in multi-agent robotic systems is conducted. The main advantages and disadvantages of various interaction architectures are identified. Distributed methods are shown to ensure high stability and scalability of robotic systems. The results of this study can be used in the development of collective robot control systems.

Keywords: mobile robots, multi-agent systems, collective control, robot interaction, distributed systems, robotics, mathematical modeling.

Развитие робототехнических технологий способствует расширению применения групп мобильных роботов в различных сферах деятельности. Коллективные робототехнические системы используются в логистике, промышленности, мониторинге территорий, сельском хозяйстве и поисково-спасательных операциях. Совместная работа роботов позволяет повысить производительность, надежность и эффективность выполнения задач. Для достижения согласованности действий необходимо организовать устойчивое взаимодействие между агентами и обеспечить обмен информацией в режиме реального времени [1]. Наиболее распространенными являются централизованные, децентрализованные и распределенные методы управления. Каждый из подходов обладает собственными особенностями, преимуществами и ограничениями [2]. Целью исследования является анализ современных методов взаимодействия групп мобильных роботов и оценка их эффективности по основным эксплуатационным критериям.

В качестве методологической основы исследования использовались методы системного анализа, математического моделирования и теория графов. Группа роботов рассматривалась как совокупность взаимодействующих агентов, объединенных ком-

муникационной сетью. В работе проанализированы три основных подхода к организации взаимодействия: централизованный, децентрализованный и распределенный. Для их сравнения использовались критерии устойчивости, масштабируемости, отказоустойчивости, вычислительной сложности и эффективности информационного обмена. Сравнительный анализ позволил определить особенности каждого метода управления и оценить перспективы их применения в современных робототехнических системах [3–5].

Проведенный анализ показал, что эффективность группы мобильных роботов во многом зависит от архитектуры взаимодействия между агентами. Централизованные методы обеспечивают высокий уровень координации благодаря единому управляющему центру, однако характеризуются ограниченной масштабируемостью и низкой отказоустойчивостью. При увеличении количества роботов возрастает нагрузка на центральный узел управления. Децентрализованные методы позволяют распределить функции управления между несколькими координаторами, что снижает вычислительную нагрузку и повышает надежность системы [6]. Однако эффективность работы остается зависимой от состояния управляющих узлов. Наиболее перспективными являются распределенные методы взаимодействия. Они основаны на локальном обмене информацией между роботами и обеспечивают высокую устойчивость системы к отказам отдельных элементов, а также возможность эффективного масштабирования [7].

Таблица 1 – Особенности применения методов взаимодействия групп мобильных роботов

Характеристика	Централизованный подход	Децентрализованный подход	Распределенный подход
Принцип управления	Управление осуществляется единым центром	Управление распределено между несколькими координаторами	Каждый робот принимает решения самостоятельно
Организация обмена данными	Через центральный узел	Через локальные управляющие узлы	Между соседними роботами
Надежность системы	Снижается при отказе центра	Умеренная	Высокая
Возможность расширения группы	Ограниченная	Средняя	Высокая
Скорость принятия решений	Высокая при малом числе роботов	Средняя	Зависит от структуры сети
Основные области применения	Производственные линии, автоматизированные комплексы	Складская логистика, транспортные системы	Роевые системы, мониторинг территорий, поисково-спасательные операции

Данные таблицы показывают, что выбор метода взаимодействия определяется условиями эксплуатации робототехнической системы и требованиями к надежности, автономности и масштабируемости. Для небольших групп роботов эффективны централизованные методы управления, тогда как при увеличении числа агентов более предпочтительными становятся распределенные подходы.

Результаты исследования подтверждают тенденцию перехода к распределенным системам управления в коллективной робототехнике. Централизованные методы эффективны для небольших групп роботов, однако их применение ограничивается проблемой единой точки отказа. Децентрализованные подходы позволяют повысить надежность управления, но сохраняют зависимость от отдельных координаторов. Распределенные методы обеспечивают высокий уровень автономности, устойчивости и адаптивности системы, что делает их наиболее перспективными для создания крупных робототехнических комплексов.

В работе проведен анализ современных методов взаимодействия групп мобильных роботов. Рассмотрены централизованные, децентрализованные и распреде-

ленные подходы к организации коллективного управления. Установлено, что распределенные методы обладают наибольшей устойчивостью, масштабируемостью и отказоустойчивостью по сравнению с другими архитектурами. Их использование позволяет повысить эффективность функционирования робототехнических систем в условиях неопределенности и ограниченных коммуникационных ресурсов. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании мультиагентных систем управления и разработке перспективных робототехнических комплексов различного назначения.

Литература

1. Интеллектуальное планирование стратегий и управление группой мобильных роботов в условиях неполноты информации / И.В. Бычков [и др.] // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2023. – № 1(231). – С. 170–184.
2. Коллективы интеллектуальных роботов. Сферы применения / В.С. Боровик [и др.]. – Томск : Общество с ограниченной ответственностью «СТТ», 2018. – 140 с.
3. Подводные робототехнические комплексы: системы, технологии, применение / А.В. Инзарцев [и др.]; Отв. ред. Л.В. Киселев. – Владивосток : Институт проблем морских технологий Дальневосточного отделения Российской академии наук, 2018. – 368 с.
4. Самоорганизация и искусственный интеллект в группах автономных роботов: методология, теория, практика : колл. монография / Под ред. О.Н. Граничина, С.Ф. Сергеева. – СПб. : ООО «Издательство ВВМ», 2020. – 125 с.
5. Специфика архитектуры цифрового двойника коллаборативного роботизированного процесса на базе мультиагентных систем / М.А. Горькавый [и др.] // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – № 4. – С. 147–156.
6. Фундаментальные проблемы группового взаимодействия роботов : Материалы отчетного мероприятия РФФИ по конкурсу «офи-м» (тема 604) в рамках Международной научно-практической конференции, Волгоград, 09–11 октября 2018 года. – Волгоград : Волгоградский государственный технический университет, 2018. – 48 с.
7. Юдинцев Б.С. Синтез нейросетевой системы планирования траекторий для группы мобильных роботов // Системы управления, связи и безопасности. – 2019. – № 4. – С. 163–186.

References

1. Intelligent planning of strategies and control of a group of mobile robots under conditions of incomplete information / I.V. Bychkov [et al.] // Bulletin of SFedU. Technical sciences. – 2023. –№ 1 (231). – P. 170–184.
2. Teams of intelligent robots. Areas of application / V.S. Borovik [et al.]. – Tomsk : Limited Liability Company «STT», 2018. – 140 p.
3. Underwater robotic systems: systems, technologies, application / A.V. Inzartsev [et al.]; Editor-in-chief L.V. Kiselev. – Vladivostok : Institute of Marine Technology Problems, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 2018. – 368 p.
4. Self-organization and artificial intelligence in groups of autonomous robots: methodology, theory, practice : collective monograph / Edited by O.N. Granichin, S.F. Sergeev. – SPb. : OOO «VVM Publishing House», 2020. – 125 p.
5. Specifics of the architecture of the digital twin of a collaborative robotic process based on multi-agent systems / M.A. Gorkavy, A. I. Gorkavy, V. A. Soloviev [et al.] // Bulletin of Tula State University. Technical Sciences. – 2022. – № 4. – P. 147–156.
6. Fundamental Problems of Group Interaction of Robots: Proceedings of the reporting event of the Russian Foundation for Basic Research for the «ofi-m» competition (topic 604) within the framework of the International scientific and practical conference, Volgograd, October 9–11, 2018. – Volgograd : Volgograd State Technical University, 2018. – 48 p.
7. Yudintsev B.S. Synthesis of a Neural Network Trajectory Planning System for a Group of Mobile Robots // Control, Communications and Security Systems. – 2019. – № 4. – P. 163–186.

УДК 69.07

АНАЛИЗ МЕТОДОВ УСИЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ
♦♦♦♦♦
ANALYSIS OF METHODS FOR STRENGTHENING FOUNDATIONS

Артюхов Алексей Михайлович
студент,
Кубанский государственный технологический университет
artyuhov84.84@mail.ru

Леонова Анна Николаевна
кандидат технических наук,
доцент,
Кубанский государственный технологический университет
lan_kubstu@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены методы усиления фундаментов зданий и сооружений, а также методы усиления оснований. Проведен анализ применения представленных методов усиления фундаментов и их применение для различных типов дефектов конструкций. На основании анализа рассматриваемых в статье методов составлен вывод об эффективности каждого из них.

Ключевые слова: фундамент, железобетонные конструкции, усиление, распределение нагрузок, сталь, основания, каркас, строительство, ремонтные работы, обойма, реконструкция.

Artyukhov Aleksey Mikhailovich
Student,
Kuban State Technological University
artyuhov84.84@mail.ru

Leonova Anna Nikolaevna
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State Technological University
lan_kubstu@mail.ru

Annotation. This article discusses methods for strengthening the foundations of buildings and structures, as well as methods for strengthening foundations. The analysis of the application of the presented methods of strengthening foundations and their application for various types of structural defects is carried out. Based on the analysis of the methods considered in the article, a conclusion is drawn about the effectiveness of each of them.

Keywords: foundation, reinforced concrete structures, reinforcement, load distribution, steel, foundations, frame, construction, repair work, cage, reconstruction.

Разрушение фундаментов является одной из наиболее распространенных проблем, требующих проведения ремонтных работ по усилению. Причинами образования дефектов фундаментных конструкций являются: неправильная эксплуатация, сейсмические и динамические воздействия, негативное влияние климатических факторов, усталость строительных материалов, уменьшение несущей способности ввиду увеличения нагрузок от здания (при его модернизации) или замачивания грунтов.

Подбор метода усиления и технологии его проведения для фундаментов является весьма сложной задачей. При выборе следует учитывать категорию зданий и сооружений, возможность работы в стесненных условиях окружающей застройки, наличие опасных инженерно-геологических процессов на месте проведения ремонтных работ, также следует учитывать глубину заложения конструкций фундаментов.

Определение технических решений и метода усиления фундаментов, применяемого при ремонтных работах, основывается на результатах проведения комплекса проектных работ:

1. Геологического мониторинга.
2. Инженерно-геологической экспертизы.
3. Расчетов несущей способности строительных конструкций.

Строителями и проектировщиками уже долгие годы разрабатываются новые и модернизируются существующие методы усиления строительных конструкций. С появлением новых строительных материалов появляются новые возможности для их применения в том числе и при реконструкции зданий и сооружений в части усиления строительных конструкций [1].

Метод увеличения подошвы фундаментов. Передачу давления на грунт, располагающийся под фундаментами, его интенсивность и характер можно изменить посредством увеличения подошвы фундаментов.

Данный метод весьма эффективен, он позволяет не только восстановить несущую способность конструкций, но и распределить внешние нагрузки.

Однако данный метод является трудозатратным ввиду большого объема земляных и бетонных работ. Увеличение подошвы также не представляется возможным в условиях плотной застройки. Рассматриваемый метод усиления подходит для отдельно стоящих зданий и сооружений.

Также существуют трудности при планировании работ по усилению фундамента, дополнительное уширение должно быть заложено при строительстве и проектировании. При отсутствии заложенного заранее проектного решения по усилению необходимо проведение земляных работ и раскопка фундаментов.

Увеличение площади подошвы фундаментов можно произвести несколькими способами:

1. Применение домкратов для уширения фундаментных подушек.
2. Нагнетание набухающего ремонтного раствора в технические зазоры.
3. Раскопка и устройство дополнительных конструкций.
4. Раскопка и устройство железобетонных обойм.

Последние два пункта являются наиболее трудозатратными ввиду большого объема земляных работ.

Применение заранее заложенных проектных решений по усилению считается более эффективным по сравнению с устройством дополнительных строительных конструкций так как дополнительные конструкции могут быть использованы только после проведения расчетов и подборов сечений, а также после увеличения осадки здания или сооружения [2].

Согласно исследованиям, дополнительные конструкции уширения, применяемые для усиления фундаментных подушек, иногда частично не задействуются в работе, ввиду этого основная суммарная нагрузка от здания все равно ложится на старые конструкции фундаментов.

Метод увеличения глубины фундамента. Данный метод усиления применяют в основном при увеличении высоты подвальной части здания или при строительстве подвалов. Метод увеличения глубины фундамента очень редкий ввиду того, что он является очень трудоемким и дорогим.

Сопоставление строительства дополнительного помещения или пристройки примерно равно устройству подземного этажа, при котором необходимо применение данного метода усиления.

Также данный метод усиления является очень длительным ввиду того, что работы производят поэтапно, разрабатывая небольшие участки 1–2 метра. При применении данного метода необходим строгий контроль напряженно-деформированного состояния строительных конструкций и грунта основания, так как при ремонтных работах нередки случаю образования деформаций и трещин на вышележащих строительных конструкциях [3].

Проектирование рассматриваемого метода усиления требует учета многих конструктивных, геотехнических и геологических факторов, а технология строительных процессов сложна в исполнении.

Метод усиления фундаментов устройством свай. Представленный метод можно разделить на 2 типа:

1. **Монтаж свай в существующее тело фундаментной конструкции.** Данный тип требует бурения тела существующего фундамента и грунта основания с последующим устройством в скважины арматурных каркасов и бетонной смеси с утрамбовкой. Существуют также методы усиления без применения армирования в сваях. Укладку бетонной смеси в полость скважины производят под защитой обсадных труб. Рассматриваемый тип эффективен при усилении фундаментов, так как положительно влияет на несущую способность всей конструкции. Однако при устройстве свай методом бурения существующих конструкций фундаментов нередко возникают дополнительные разрушения и деформации конструкций ввиду технического и вибрационного воздействия [4].

2. **Устройство свайных фундаментов рядом с существующими фундаментами зданий и сооружений.** Данный тип позволяет перераспределить суммарные нагрузки от конструкций здания с существующих фундаментов на новые. В таких случаях производят монтаж буронабивных или буроинъекционных свай, монтаж свай данного типа производится аналогично первому типу усиления – бурению скважин и по-

следующему устройству. Также возможно применение свай из стальных труб и железобетонных свай, которые вдавливаются в грунты основания рядом с существующими фундаментами.

Рассматриваемый метод усиления позволяет достичь наибольших показателей несущей способности фундаментов, однако он весьма трудоемкий.

Метод увеличения несущей способности грунтов оснований под фундаментами. В районах плотной застройки данный метод усиления является наиболее востребованным и эффективным, так как не требует проведения земляных работ.

Усиление производят путем инъектирования в основания химических смесей, цементных растворов (силикатизация, электросиликатизация и цементация) или путем прогрева грунтов до изменения их физических характеристик (термический метод усиления).

Подбор инъекционной смеси производят согласно геотехническим и геологическим отчетам о составе и расположении слоёв грунтовых пород под ремонтируемыми фундаментами.

Метод усиления оснований под фундаментами позволяет изменить состояние, состав, структуру и характер грунтов, повысить несущую способность, просушить грунты и изменить характеристики просадочности грунтов [5].

Суть данного метода заключается в том, что вместо проведения ремонтных работ на фундаментах и воздействия на них производятся работы направленные непосредственно на грунты под ними. Данный метод эффективен если существующие фундаменты имеют достаточную несущую способность, однако ее недостаточно ввиду плохих грунтов.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод, что применение любого из вышеперечисленных методов усиления напрямую зависит от вида дефекта фундаментов, а также от возможности их применения на ремонтируемом объекте.

Каждый строитель и проектировщик должен со всей серьезностью подбирать метод усиления руководствуясь не только на экономической составляющей ремонтных работ, но и физическими и эксплуатационными характеристиками проектируемых конструкций фундаментов.

Литература

1. Емельянчик А.А. О некоторых современных технологиях усиления строительных конструкций // РГОТУПС. Наука и техника транспорта. – 2006. – № 4. – С. 73–75.
2. Берлинов М.В. Основания и фундаменты. – СПб. : Лань, 2011. – 320 с.
3. Жердеева С.А. Анализ напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций при сложном напряженном состоянии / С.А. Жердеева, Е.В. Фигурина // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири. – 2009. – № 2. – С.188–192.
4. Новицкий О.В. Ремонт и усиление фундаментов // Молодой ученый. – 2019. – № 49(287). – С. 22–230.
5. Нагаева З.С. Реконструкция и реставрация объектов культурного наследия / З.С. Нагаева, В.В. Сидорова, В.В. Живица. – М. : Бук, 2018. – 160 с.

References

1. Emelyanchik A.A. On Some Modern Technologies for Strengthening Construction Structures // RGOTUPS. Science and Technology of Transport. – 2006. – № 4. – P. 73–75.
2. Berlinov M.V. Foundations and Foundations. – SPb. : Lan Publ., 2011. – 320 p.
3. Zherdeeva S.A. Analysis of the stress-strain state of reinforced concrete structures under a complex stress state / S.A. Zherdeeva, E.V. Figurina // Proceedings of the Bratsk State University. Series: Natural and Engineering Sciences – Development of Regions of Siberia. – 2009. – № 2. – P.188–192.
4. Novitsky O.V. Repair and strengthening of foundations. – 2019. – № 49(287). – P. 22–230.
5. Nagaeva Z.S. Reconstruction and Restoration of Cultural Heritage Objects / Z.S. Nagaeva, V.V. Sidorova, V.V. Zhivitsa. – M. : Buk Publ., 2018. – 160 p.

УДК 551.24

СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РИФЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОЛГО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

♦♦♦♦♦

STRATIGRAPHICAL FEATURES OF THE RIPHEAN DEPOSITS IN THE VOLGA-URAL REGION

Аюпова Елена Николаевна
старший преподаватель кафедры
геология и разведка нефтяных и газовых месторождений,
Уфимский государственный
нефтяной технический университет
elena.ajupova@yandex.ru

Скляренко Виктория Максимовна
студентка кафедры
геология и разведка нефтяных и газовых месторождений,
Уфимский государственный
нефтяной технический университет
wisteriawriter@gmail.com

Аннотация. Данная статья описывает рифейские отложения Волго-Уральской региона. Поскольку рифейские отложения имеют перспективы нефтегазоносности, исследование стратиграфического расчленения данных отложений является актуальным. Охарактеризованы отложения нижнего, среднего и верхнего рифея.

Ключевые слова: Волго-Уральский регион, нижний рифей, средний рифей, верхний рифей, стратиграфия.

Ayupova Elena Nikolaevna
Senior Lecturer of Department of Geology and Exploration of Oil Gas,
Ufa State Petroleum
Technological University
elena.ajupova@yandex.ru

Sklyarenko Victoria Maksimovna
Student of Department of Geology and Exploration of Oil Gas,
Ufa State Petroleum
Technological University
wisteriawriter@gmail.com

Annotation. This article describes the Riphean deposits in the Volga-Ural region. Since the Riphean deposits have oil and gas potential, study of deposits stratigraphic division is relevant. Deposits of Lower, Middle and Upper Riphean are characterized.

Keywords: Volga-Ural region, Lower Riphean, Middle Riphean, Upper Riphean, stratigraphy.

Нижний рифей в Волго-Уральском регионе представлен отложениями карачевской и кырпинской серий. В данном регионе выделяют отложения только кырпинской серии [1], состоящей из прикамской и орьебашской подсерий. Прикамская подсерия включает в себя пентурскую, норкинскую, ротковскую и минаевскую свиты. Орьебашская подсерия включает в себя калтасинскую и кабаковскую свиты, а надеждинская свита рассматривается как часть серафимовской серии среднего рифея [2].

Пентурская свита прикамской подсерии имеет мощность 28 м, сложена неравномерно чередующимися доломитами, аргиллитами и редкими аркозовыми и полевошпат-кварцевыми алевролитами.

Норкинская свита прикамской подсерии имеет мощность 240–610 м, сложена чередующимися полевошпат-кварцевыми и аркозовыми песчаниками, а также алевролитами с прослоями аргиллитов.

Ротковская свита прикамской подсерии имеет мощность 290–750 м, сложена специфичными по составу и внешнему облику песчаниками с рутил-турмалин-цирконапатитовой акцессорно-минеральной ассоциацией и типоморфным бледно-розовым цирконом. Благодаря им проводится корреляция разрезов допалеозойских отложений Волго-Уральского региона.

Минаевская свита прикамской подсерии имеет мощность 160–280 м, сложена полевошпат-кварцевыми алевролитами с тонкими прослоями доломитов и реже песчаников, и полевошпат-кварцевыми, субаркозовыми и аркозовыми алевролитами и песчаниками и их карбонатсодержащими разностями с подчинёнными прослоями гравелитов, конгломератов, аргиллитов, доломитов и доломитовых мергелей.

Калтасинская свита орьебашской подсерии имеет мощность 1900–3700 м. Она сложена доломитами и известняками, также содержит прослои и пачки аргиллитов и

полевошпат-кварцевых алевролитов и песчаников. По особенностям напластования выделяют саузовскую, арланскую и ашитскую подсвиты. Карбонатные породы данной свиты являются основными маркерами в комплексах осадочных пород верхнего докембрия в Волго-Уральском регионе, так как содержат строматолиты и микрофитолиты нижнего рифея.

Кабаковская свита орьебашской подсерии не везде вскрыта до нижней границы, её мощность достигает 1100 м на западе Башкортостана. Её представительный разрез получен в скважине 1 Восточноаскинская, где по особенностям литологического состава, осадконакопления и переслаивания выделяют нижнюю песчаниковую и верхнюю карбонатно-глинистую подсвиты. Данная свита представлена тёмно-серыми и чёрными аргиллитами и слабо углеродистыми полевошпат-кварцевыми тёмно-серыми алевролитами с прослоями серых и тёмно-серых мелкозернистых песчаников кварцевого и полевошпат-кварцевого состава, также здесь были обнаружены микрофоссилии, сходные с бакальской свитой разреза рифея на Южном Урале [4].

Средний рифей в Волго-Уральском регионе представлен серафимовской серией, состоящей из надеждинской, тукаевской, ольховской и усинской свит.

Надеждинская свита имеет мощность 40–250 м, сложена чередующимися аргиллитами, полевошпат-кварцевыми алевролитами и песчаниками, доломитовыми мергелями и доломитами, а магматические тела в интервалах её глубины являются интрузиями габброидов [5]. Ключевым фактором для выделения данной свиты является наличие вулканитов или признаков пирокластического материала [6].

Тукаевская свита имеет мощность 150–630 м, сложена кварцевыми песчаниками, местами содержащими зёрна плагиоклаза, с прослоями алевролитов аналогичного состава, аргиллитов и гравелитов.

Ольховская свита имеет мощность 150–850 м, сложена аргиллитами, полевошпат-кварцевыми алевролитами с прослоями доломитовых мергелей и доломитов. Благодаря своеобразным текстурам взмучивания и обрушения со следами местного перемыва, данная свита является маркирующим горизонтом [7].

Усинская свита имеет мощность 450–2080 м, сложена разнозернистыми субаркозовыми, аркозовыми и полевошпат-кварцевыми песчаниками с прослоями алевролитов того же состава и аргиллитов.

Верхний рифей представлен на Волго-Уральском регионе абдулинской серией, включающей леонидовскую, приютовскую, шиханскую и леузинскую свиты [1].

Леонидовская свита имеет мощность 110–600 м, сложена кварцевыми кварцитовидными песчаниками и маломощными прослоями алевролитов аналогичного состава и аргиллитов. Песчаники данной свиты имеют пёструю окраску и содержат белый крап каолинита, высокую концентрацию хорошо окатанного гематита, повышенную глиноземистость, существенную цирконовую ассоциацию, благодаря чему данная свита является надёжным маркировочным горизонтом [7].

Приютовская свита имеет мощность 150–550 м, сложена пестроцветными аргиллитами, содержащими микрофоссилии верхнего рифея, неравномерно чередующимися аргиллитами, полевошпат-кварцевыми алевролитами и песчаниками, доломитами и доломитыми мергелями.

Шиханская свита имеет мощность 170–360 м, сложена известняками с прослоями аргиллитов, полевошпат-кварцевых алевролитов, иногда с глауконитом. Является маркирующим горизонтом благодаря петрографическим особенностям известняков.

Леузинская свита имеет мощность 235 м, сложена доломитами с тёмно-серыми углеродистыми слойками с прослоями известняков в основании. Впервые выделена в стратотипе скважины 1 Леузинская.

Литература

1. Козлов В.И. Строение стратонов рифея в Волго-Уральской области / В.И. Козлов, Н.Д. Сергеева // Геологический сборник. – 2007. – № 7. – С. 179–192.
2. Козлов В.И. Стратиграфия додевонских осадочных толщ западного Башкортостана // Геология, полезные ископаемые и проблемы экологии Башкортостана: Материалы конф.

«Первые Тимергазинские чтения» (Уфа, 20–21 ноября 2003 г.). – Уфа : Тау, 2004. – С. 45–82.
3. Ожиганова Л.Д. Нижний рифей западной Башкирии // Стратиграфия и литология верхнего докембрия и палеозоя Южного Урала и Приуралья. – Уфа : БФАН СССР, 1983. – С. 33–47.
4. Янкаускас Т.В. Микрофоссилии рифея Южного Урала // Стратотип рифея: Палеонтология и палеомагнетизм. – М. : Наука, 1982. – С. 84–120.
5. Тимергазин К.Р. Додевонские образования западной Башкирии и перспективы их нефтегазоносности. – Уфа : БФАН СССР, 1959. – 311 с.
6. Иванова Т.В. Обоснование выделения надеждинской свиты нижнего рифея в восточной части Новотроицкой структурной террасы / Т.В. Иванова, Р.Х. Масагутов, Ю.В. Андреев // БашНИПинефть. – 1998. – Вып. 95. – С. 37–44.
7. Верхний докембрий восточных районов Татарстана и перспективы его нефтегазоносности В.И. Козлов [и др.]. – Уфа : ИГ УНЦ РАН, 1995. – 218 с.

References

1. Kozlov V.I. Structure of the Riphean stratons in the Volga-Ural region / V.I. Kozlov, Sergeeva N.D. // Geological collection. – 2007. – № 7. – P. 179–192.
2. Kozlov V.I. Stratigraphy of the pre-Devonian sedimentary strata of western Bashkortostan / Geology, mineral resources and environmental problems of Bashkortostan: Proceedings of the conference. «The First Timergazin Readings» (Ufa, November 20–21, 2003). – Ufa : Tau, 2004. – P. 45–82.
3. Ozhiganova L.D. Lower Riphean of western Bashkiria // Stratigraphy and lithology of the Upper Precambrian and Paleozoic of the Southern Urals and Cis-Urals. – Ufa : BFAN SSSR, 1983. – P. 33–47.
4. Yankauskas T.V. Microfossils of the Riphean of the Southern Urals // Riphean stratotype: Paleontology and paleomagnetism. – M. : Nauka, 1982. – P. 84–120.
5. Timergazin K.R. Pre-Devonian formations of western Bashkiria and their oil and gas potential. – Ufa : BFAN SSSR. 1959. – 311 p.
6. Ivanova T.V. Justification for identifying the Nadezhdinskaya suite of the Lower Riphean in the eastern part of the Novotroitsk structural terrace / T.V. Ivanova R.Kh., Masagutov, Yu.V. Andreev // BashNIPneft. – 1998. – Iss. 95. – P. 37–44.
7. Upper Precambrian of the eastern regions of Tatarstan and prospects for its oil and gas potential V.I. Kozlov [et al.]. – Ufa : IG Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 1995. – 218 p.

УДК 656.07

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НОВЫХ МАРШРУТОВ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК РФ В УСЛОВИЯХ САНКЦИЙ

♦♦♦♦♦

PROBLEMS AND PROSPECTS FOR DEVELOPING NEW FREIGHT TRANSPORTATION ROUTES IN THE RUSSIAN FEDERATION UNDER

Барда В.С.
Кубанский государственный технологический университет

Вальков Е.Д.
Кубанский государственный технологический университет

Семенова С.В.
Кубанский государственный технологический университет

Кузьмина М.А.
Кубанский государственный технологический университет

Надирян С.Л.
Кубанский государственный технологический университет
sofi008008@yandex.ru

Аннотация. В статье систематизированы ключевые проблемы функционирования новых маршрутов грузовых перевозок Российской Федерации, сформировавшихся в условиях санкционного давления 2022–2026 годов: инфраструктурные, финансовые, технические, кадровые, правовые и геополитические. На основе анализа предложены меры по совершенствованию транспортно-логистической инфраструктуры по приоритетным направлениям: Восточный полигон, МТК «Север – Юг», Северный морской путь, цифровая трансформация логистики.

Ключевые слова: транспортные коридоры, санкции, Восточный полигон, МТК «Север – Юг», Северный морской путь, логистическая инфраструктура, цифровизация логистики.

Barda V.S.
Kuban State Technological University

Valkov E.D.
Kuban State Technological University

Semenova S.V.
Kuban State Technological University

Kuzmina M.A.
Kuban State Technological University

Nadiryan S.L.
Kuban State Technological University
sofi008008@yandex.ru

Annotation. This article systematizes the key challenges facing the operation of new freight transportation routes in the Russian Federation, which emerged under the sanctions pressure of 2022–2026. These challenges include infrastructure, financial, technical, personnel, legal, and geopolitical issues. Based on this analysis, measures are proposed to improve the transport and logistics infrastructure in priority areas: the Eastern Polygon, the North-South International Transport Corridor, the Northern Sea Route, and the digital transformation of logistics.

Keywords: transport corridors, sanctions, Eastern Polygon, North-South International Transport Corridor, Northern Sea Route, logistics infrastructure, digitalization of logistics.

Введение масштабных санкций против России в 2022 году потребовало форсированной переориентации транспортной системы страны с западных на восточное, южное и арктическое направления. Закрытие портов Северо-Западной Европы для российских судов, запрет на въезд российских перевозчиков в страны ЕС, уход ведущих контейнерных линий (Maersk, MSC, CMA CGM) и отключение системообразующих банков от SWIFT разрушили архитектуру торгово-транспортных связей, формировавшуюся десятилетиями.

К 2024–2026 годам фаза экстренной адаптации сменилась фазой закрепления новой конфигурации: товарооборот с Китаем достиг 244,82 млрд долларов США, с Индией – 70,6 млрд долларов США, грузопоток по МТК «Север – Юг» превысил 20 млн тонн в год, Восточный полигон вышел на провозную способность 180 млн тонн, через Северный морской путь прошло 37,9 млн тонн грузов. По оценкам ВШЭ, доля азиатского направления во внешней торговле России выросла с 29 % (2021) до 66 % (2024) [1].

Вместе с тем достигнутые результаты существенно уступают плановым ориентирам. По Северному морскому пути план на 2024 год составлял 80 млн тонн – в действительности достигнуто лишь 47,5 % от этого значения. Восточный полигон ежегодно «недовозит» порядка 40–70 млн тонн относительно заявленных грузоотправителями объёмов. Подобный разрыв свидетельствует о наличии системных проблем, которые

невозможно преодолеть лишь за счёт инвестиций в «железо» без комплексного решения финансовых, правовых и кадровых вопросов [2].

Анализ текущего состояния позволяет выделить шесть групп системных проблем, систематизированных в таблице 1. Каждая группа рассматривается детально ниже.

Таблица 1 – Систематизация проблем функционирования новых маршрутных перевозок России [3]

Группа проблем	Содержание	Степень критичности
Инфраструктурные	Дефицит пропускной способности Восточного полигона (спрос 220–250 млн т, мощность 180 млн т); незавершённость иранского участка Решт-Астара	Высокая
Финансовые и расчётные	Задержки трансграничных платежей до нескольких месяцев; накопление неконвертируемых рупий; ужесточение compliance в банках дружественных юрисдикций	Высокая
Технические (колея)	Различия в ширине колеи: 1520 мм (Россия/ЕАЭС), 1435 мм (мировой стандарт), 1676 мм (Индия), 1668 мм (Иран) – необходима смена колёсных пар	Средняя
Кадровые	Дефицит специалистов со знанием китайского, фарси, хинди, турецкого языков и деловых практик восточных и южных направлений	Средняя
Правовые и таможенные	Отсутствие единых транзитных документов; переоформление на каждом погранпереходе; переход на электронную накладную ЕАЭС – только с сентября 2026 г.	Средняя
Геополитические	Риск нестабильности транзитных стран; угроза закрытия Ормузского пролива; вторичные санкции против банков-партнёров	Высокая

Инфраструктурные ограничения являются наиболее острыми. Провозная способность Восточного полигона (Транссиб + БАМ) по завершении второго этапа модернизации составляет 180 млн тонн в год, тогда как фактический спрос грузовладельцев оценивается на уровне 220–250 млн тонн. Инфраструктурный дефицит концентрируется на тоннельных «узких местах» – Северомуйском, Кузнецовском и Кодарском тоннелях – и на припортовых станциях Дальнего Востока (Находка-Восточная, Ванинский узел). По данным ОАО «РЖД», ежесуточно на подходах к дальневосточным портам скапливается до 6000–8000 вагонов. Дефицит провозной способности наносит прямой экономический ущерб: угольщики оценивают ежегодные потери в 600–800 млрд рублей, металлурги – ещё в 200–300 млрд рублей.

На маршруте МТК «Север – Юг» ключевым «узким местом» остаётся незавершённость иранского железнодорожного участка Решт-Астара (162 км). Вынужденная перевалка с морского транспорта на автомобильный и обратно увеличивает время доставки на 5–7 суток и транспортные расходы на 15–20 %. Фактический запуск линии перенесён на 2027–2028 годы. Российская сторона также испытывает дефицит мощностей каспийских портов: совокупная мощность Астрахани, Махачкалы и Оли составляет около 10 млн тонн в год при перспективном спросе свыше 25 млн тонн.

Финансовые и расчётные проблемы обострились с 2024 года. Ужесточение compliance-процедур в китайских банках привело к задержкам трансграничных платежей на срок до нескольких месяцев. По оценкам Торгово-промышленной палаты России, в III квартале 2024 года задержки охватили до 40 % платежей в адрес российских экспортёров. Накопление значительных объёмов неконвертируемых индийских рупий – по различным оценкам, свыше 100 млрд рупий – стало самостоятельной проблемой, требующей решений на межгосударственном уровне.

Технические барьеры обусловлены различием в ширине железнодорожной колеи: 1520 мм в России и странах ЕАЭС против 1435 мм в большинстве стран мира, 1676 мм в Индии и 1668 мм в Иране. Смена колёсных пар на пограничных переходах занимает от 40 минут до 2 часов на вагон и увеличивает общее время транзита на 8–20 часов. Аналогичные проблемы существуют в системах электрификации: напряжение 25 кВ переменного тока в России несовместимо с постоянным током 3 кВ, применяемым в ряде стран СНГ. Частичным решением служит применение тележек с раздвижными колёсными парами (система SUW 2000), однако их стоимость существенно выше стандартных [4].

Правовые и таможенные барьеры по-прежнему создают значительные издержки. Несмотря на действие Таможенного кодекса ЕАЭС, на погранпереходах с третьими странами документы на груз фактически оформляются заново – теряется 12–24 часа. Отсутствие единой международной транзитной накладной, признаваемой всеми участниками МТК «Север–Юг», вынуждает грузовладельцев использовать комбинацию документов ЦИМ/СМГС, СМР и коносаментов с дополнительными переводами и нотариальным заверением.

Геополитические риски приобрели дополнительную остроту в 2025 году в связи с нестабильностью в зоне Персидского залива и Красного моря. Потенциальное закрытие Ормузского пролива способно одновременно нанести удар по МТК «Север – Юг» и по морскому экспорту российской нефти. Вторичные санкции США и ЕС вынуждают банки Казахстана, Армении, Турции и ОАЭ ужесточать работу с российскими контрагентами. При этом Казахстан является обязательным транзитным звеном для большинства вариантов МТК «Север – Юг», что порождает специфический риск «геополитической уязвимости» маршрута [5].

Сравнительная динамика грузопотоков по трём приоритетным коридорам – Восточному полигону, Северному морскому пути и МТК «Север – Юг» – с указанием фактических показателей 2022 и 2024 годов и планового значения 2030 года представлена на рисунке 1.

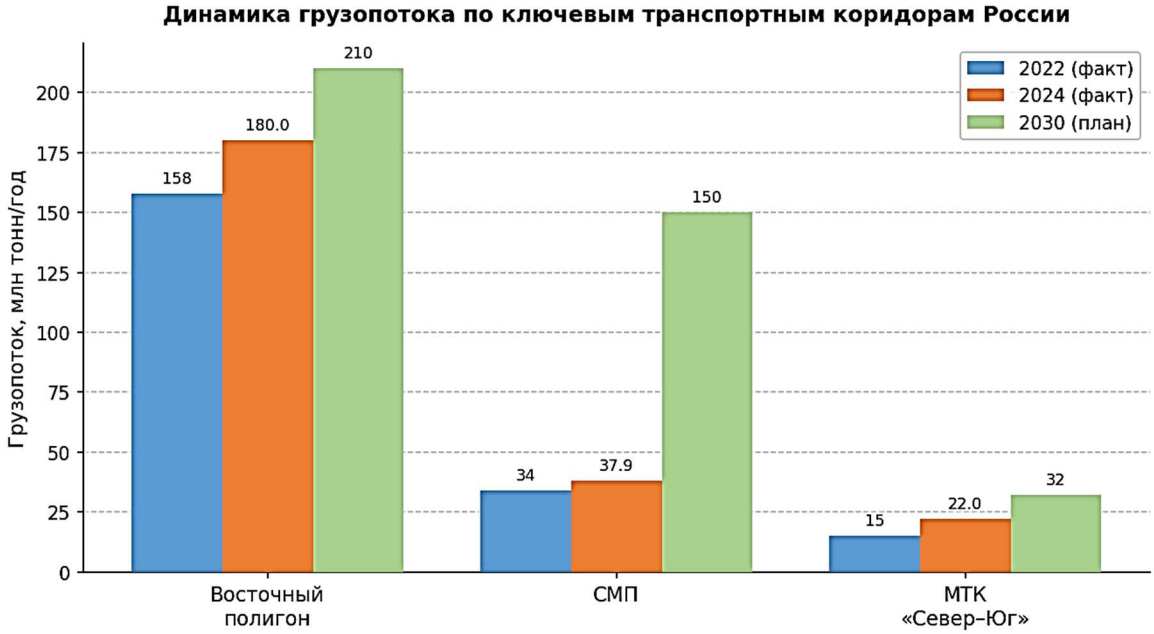


Рисунок 1 – Динамика грузопотока по ключевым транспортным коридорам России, млн тонн/год

Данные наглядно демонстрируют значительный разрыв между фактическими показателями и плановыми ориентирами. Наибольшее отставание характерно для Северного морского пути: при плане 150 млн тонн к 2030 году фактический показатель 2024 года составил лишь 37,9 млн тонн, то есть около 25 % от целевого значения. Для достижения плана потребуется увеличить грузопоток почти в четыре раза за шесть лет, что потребует пятикратного роста арктического ледокольного и грузового флота.

Восточный полигон демонстрирует наиболее уверенную динамику: рост с 158 млн тонн в 2022 году до 180 млн тонн в 2024 году (+13,9 %). Плановый показатель 2030 года – 210 млн тонн – технически достижим при условии своевременного финансирования третьего этапа модернизации. МТК «Север – Юг» показывает значительный относительный прирост (+46,7 % к 2022 году), однако в абсолютных цифрах остаётся наименьшим из трёх коридоров – 22 млн тонн при плане 32 млн тонн к 2030 году [6].

Для преодоления выявленных проблем необходим комплекс мер государственной политики и корпоративных инициатив по нескольким взаимосвязанным направлениям. Ниже рассматриваются четыре приоритетных блока мер.

Завершение третьего этапа модернизации Восточного полигона (2026–2032 гг.) является безусловным инфраструктурным приоритетом. Ключевые объекты – строительство вторых Северомуйского (15,3 км), Кузнецовского (3,9 км) и Кодарского (1,9 км) тоннелей, возведение второго моста через Амур в районе Комсомольска-на-Амуре, реконструкция 15 припортовых станций. Совокупный объём финансирования превышает 1 трлн рублей. Для снижения риска сокращения инвестиционной программы ОАО «РЖД» в условиях высокой ключевой ставки целесообразно использовать механизм инфраструктурных облигаций с государственной гарантией доходности и привлекать к финансированию крупных частных грузовладельцев (ПАО «Мечел», АО «СУЭК», ПАО «РусАл», ПАО «Норильский никель»). По расчётам ВШЭ, каждый рубль, вложенный в пропускную способность Восточного полигона, генерирует 2,7–3,1 рубля прироста ВВП в смежных отраслях.

Развитие МТК «Север – Юг» требует параллельного решения двух задач: завершения строительства линии Решт-Астара на территории Ирана (практическое строительство начато 1 апреля 2026 года, ввод в эксплуатацию – 2027–2028 годы, стоимость – около 1,6 млрд евро) и расширения связанной инфраструктуры на российской стороне. Необходимо увеличить совокупную мощность каспийских портов Астрахань, Махачкала и Оля с нынешних 10 млн тонн до 25 млн тонн к 2030 году, реализовать проект нового глубоководного порта «Каспийский кластер» с планируемой мощностью 15 млн тонн, унифицировать тарифную политику России, Азербайджана и Ирана, ввести единую электронную транспортную накладную на всём протяжении коридора. Полный ввод коридора в эксплуатацию позволит сократить время доставки контейнера из Санкт-Петербурга в Мумбаи с 35–45 суток (через Суэцкий канал) до 18–23 суток [7].

Развитие Северного морского пути требует принципиально иного масштаба усилий – прежде всего в судостроении. Для достижения плановых 150 млн тонн к 2030 году необходимо ввести в строй не менее 50 новых арктических танкеров класса Arc7 и 15 газовозов. В условиях санкций критически важно наладить производство на отечественных верфях: «Звезда» (Большой Камень), «Севмаш» (Северодвинск) и «Адмиралтейские верфи» (Санкт-Петербург). Параллельно необходимо создать инфраструктуру аварийно-спасательного и бункеровочного обслуживания в Арктике: не менее 3 новых аварийно-спасательных баз и 5 пунктов заправки СПГ.

Цифровая трансформация логистики является межотраслевым приоритетом. Переход на обязательные электронные транспортные документы в государствах-членах ЕАЭС запланирован на сентябрь 2026 года. На уровне России целесообразно ускорить формирование единой информационной системы транзита (ЕИСТ), объединяющей данные ФТС, Росжелдора, Росавтодора, транспортных и налоговых органов в режиме реального времени. Внедрение систем «умной очереди», электронного бронирования и автоматизированного пропуска на автомобильных пограничных переходах способно сократить время ожидания с 12–18 часов до 2–3 часов – первые пилотные проекты реализуются на погранпереходах «Забайкальск» и «Верхний Ларс». Применение технологии блокчейн для подтверждения подлинности транспортных документов уже тестируется в рамках пилотного проекта ЕАЭС на маршруте Москва – Пекин.

Решение финансово-расчётных проблем требует межгосударственных договорённостей. В ближайшей перспективе необходима разработка двустороннего механизма клиринга для урегулирования накопленных рупийных остатков – в частности, через совместные инвестиционные фонды или взаимный зачёт против индийского импорта. В расчётах с Китаем целесообразно расширить применение рублёво-юаневых инструментов через систему Банка России и аналог SWIFT – СБПС (Система быстрых

платежей с партнёрами). Дополнительной мерой может стать создание специализированного банка развития торговли на пространстве ШОС с лицензией вне юрисдикции США и ЕС.

Подготовка кадров для работы на восточных и южных направлениях должна стать приоритетом государственной политики в сфере образования. Необходимо расширить программы подготовки логистов со знанием китайского, фарси, хинди, турецкого и арабского языков – в частности, создать специализированные магистерские программы на базе транспортных вузов (МАДИ, ПГУПС, СибАДИ) в партнёрстве с торговыми представительствами России в Китае, Иране, Индии и Турции. Ввести обязательную производственную практику в ведущих компаниях-операторах новых маршрутов (FESCO, «Трансконтейнер», «РЖД Логистика»).

Проведённый анализ позволяет сформулировать следующие выводы. Новые маршруты грузовых перевозок России, сложившиеся под воздействием санкционного давления 2022–2026 годов, обеспечивают базовую функциональность внешнеторговой логистики страны и демонстрируют устойчивую тенденцию к росту. Вместе с тем ни один из трёх приоритетных коридоров не достиг целевых плановых показателей, что указывает на наличие системных барьеров, не устранимых за счёт одних лишь капитальных вложений.

Выявленные проблемы образуют взаимосвязанный комплекс: инфраструктурный дефицит Восточного полигона сдерживает экспорт, финансовые ограничения замедляют расчёты, правовые барьеры увеличивают издержки транзита, а кадровый дефицит не позволяет в полной мере использовать имеющиеся маршрутные возможности. Это означает, что точечные меры по отдельным направлениям дадут ограниченный эффект – необходима скоординированная межведомственная программа.

Литература

1. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года: распоряжение Правительства РФ от 27.11.2021 № 3363-р // СЗ РФ. 2021. № 50. Ст. 8557.
2. План развития Северного морского пути на период до 2035 года: распоряжение Правительства РФ от 01.08.2022 № 2115-р // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL : http://publication.pravo.gov.ru
3. Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2030 года: распоряжение Правительства РФ от 30.09.2018 № 2101-р (в ред. 2023 г.) // СЗ РФ. – 2018. – № 41.
4. Гаджинский А.М. Логистика : учебник. – 21-е изд. – М. : Дашков и К°, 2023. – 419 с.
5. Герами В.Д. Управление транспортными системами. Транспортное обеспечение логистики / В.Д. Герами, А.В. Колик. – М. : Юрайт, 2022. – 438 с.
6. В рамках развития Восточного полигона железных дорог в 2025 году уложено 249,8 км путей // ПортНьюс. – 2026. – URL : https://portnews.ru
7. Перспективы развития МТК «Север – Юг»: аналитический доклад / Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – М. : ИНП РАН, 2024. – 87 с.

References

1. Transport Strategy of the Russian Federation until 2030: Order of the Government of the Russian Federation № 3363-r dated November 27, 2021 // СЗ РФ. 2021. № 50. Art. 8557.
2. Development Plan for the Northern Sea Route for the period up to 2035: Order of the Government of the Russian Federation № 2115-r dated August 1, 2022 // Official Internet Portal of Legal Information. – URL : http://publication.pravo.gov.ru
3. Comprehensive Plan for the Modernization and Expansion of Mainline Infrastructure for the Period up to 2030: Order of the Government of the Russian Federation № 2101-r dated September 30, 2018 (as amended in 2023) // СЗ РФ. – 2018. – № 41.
4. Gadzhinsky A.M. Logistics : textbook. – 21st ed. – M. : Dashkov and Co, 2023. – 419 p.
5. Gerami V.D. Management of Transport Systems. Transport Support of Logistics / V.D. Gerami, A.V. Kolik. – M. : Yurayt, 2022. – 438 p.
6. As part of the development of the Eastern Railway Range, 249.8 km of tracks were laid in 2025 // PortNews. – 2026. – URL : https://portnews.ru
7. Prospects for the Development of the North-South International Transport Corridor: Analytical Report / Institute for Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences. – M. : INP RAS, 2024. – 87 p.

УДК 339.5:656.07

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКСПОРТНО-ИМПОРТНЫХ ГРУЗОПОТОКОВ РОССИИ В УСЛОВИЯХ САНКЦИОННЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ 2021–2025 гг.

♦♦♦♦♦

TRANSFORMATION OF RUSSIA'S EXPORT AND IMPORT FREIGHT FLOWS UNDER SANCTIONS RESTRICTIONS IN 2021–2025

Барда В.С.
Кубанский государственный технологический университет

Вальков Е.Д.
Кубанский государственный технологический университет

Семенова С.В.
Кубанский государственный технологический университет

Кузьмина М.А.
Кубанский государственный технологический университет

Надирян С.Л.
Кубанский государственный технологический университет
sofi008008@yandex.ru

Аннотация. В статье проведён комплексный анализ экспортно–импортных грузопотоков Российской Федерации в период 2021–2025 гг. Рассмотрены понятие, функции и ключевые факторы формирования грузопотоков. Выявлены основные последствия санкционного давления: дезинтеграция логистических цепочек, переориентация на азиатские рынки, дисбаланс контейнерного парка и рост транспортных издержек. Определены перспективные направления развития, включая международный транспортный коридор «Север – Юг», Северный морской путь и цифровизацию логистики. Предложены системные меры по обеспечению устойчивости российских внешнеторговых грузопотоков.

Ключевые слова: экспорт, импорт, грузопотоки, санкции, транспортные коридоры, Россия, Китай, логистика, контейнерные перевозки.

Barda V.S.
Kuban State Technological University

Valkov E.D.
Kuban State Technological University

Semenova S.V.
Kuban State Technological University

Kuzmina M.A.
Kuban State Technological University

Nadiryan S.L.
Kuban State Technological University
sofi008008@yandex.ru

Annotation. The article provides a comprehensive analysis of the export-import cargo flows of the Russian Federation in the period 2021–2025. The concept, functions and key factors of cargo flow formation are considered. The main consequences of sanctions pressure are identified: disintegration of logistic chains, reorientation to Asian markets, imbalance of the container fleet and increase in transport costs. Promising directions of development are identified, including the North-South international transport corridor, the Northern Sea Route and digitalization of logistics. Systematic measures are proposed to ensure the sustainability of Russian foreign trade cargo flows.

Keywords: export, import, cargo flows, sanctions, transport corridors, Russia, China, logistics, container transportation.

В условиях глобализации мировой экономики экспортно–импортные грузопотоки занимают центральное место в системе международной торговли. Для Российской Федерации, обладающей крупнейшей территорией и значительным экспортным потенциалом, организация эффективных международных грузопотоков имеет стратегическое значение. В последние годы в связи с введением масштабных санкционных ограничений, переориентацией торговых отношений на страны Азии, Африки и Латинской Америки данная тематика приобрела особую актуальность.

Грузопоток определяется как количество груза в тоннах, перевозимого в определённом направлении за единицу времени. Экспортно-импортные грузопотоки представляют собой материальную основу внешнеэкономической деятельности. Для российской экономики данные потоки выполняют следующие системообразующие функции:

1. Бюджетообразующая – экспорт минеральных продуктов (нефти, газа, угля) обеспечивает значительную часть доходов федерального бюджета.

2. Производственно-обеспечивающая – импорт машин, оборудования и комплектующих (доля которых выросла до 50,6 % в 2026 году) критически важен для обрабатывающей промышленности.

3. Социальная – насыщение внутреннего рынка потребительскими товарами и продовольствием.

4. Индикативная – динамика грузопотоков выступает опережающим макроэкономическим индикатором.

5. Геополитическая – поддержание международных связей и транзитного потенциала.

Период с 2021 по 2025 год оказался одним из самых нестабильных в истории внешней торговли России. Анализ данных Федеральной таможенной службы показывает следующую динамику (табл. 1).

Таблица 1 – Динамика товарооборота России, 2021–2025 гг.

Год	Экспорт, млрд $	Импорт, млрд $	Товарооборот, млрд $
2021	493	296	789
2022	588	260	848
2023	423	285	708
2024	390	270	660
2025 (оц.)	370	265	635

Пик внешнеторговой активности пришёлся на 2022 год (товарооборот 848 млрд долл.), после чего последовало устойчивое снижение. К 2025 году товарооборот сократился на 20 % ниже уровня 2021 года. Основной спад произошёл за счёт экспорта (с 588 до 370 млрд долл.), тогда как импорт частично восстановился, но не достиг докризисных значений [1].

Наиболее существенные изменения произошли в географической структуре внешней торговли (табл. 2).

Таблица 2 – Структура внешнеторгового оборота РФ по основным странам-контрагентам, 2021–2025 гг.

Страна / Регион	2021	2022	2023	2024	2025 (оценка)	Изменение, п.п.
Китай	18,2	22,5	28,1	33,4	34,2	+16,0
Индия	2,1	3,8	7,2	9,5	11,3	+9,2
Турция	3,5	5,9	8,8	10,2	9,8	+6,3
Беларусь	6,1	6,9	7,4	7,3	7,1	+1,0
Казахстан	4,3	5,2	6,1	6,0	5,6	+1,3
Германия	7,8	4,2	1,9	0,8	0,5	–7,3
Нидерланды	6,2	3,1	1,2	0,4	0,3	–5,9
Прочие страны	51,8	48,4	39,3	32,4	31,2	–20,6
Итого	100	100	100	100	100	–

Доля Европы в товарообороте России сократилась с 36 % в 2021 году до менее 10% к 2025 году. Доля Азии выросла до 70–75 %. Китай утвердился в статусе ключевого торгового партнёра, аккумулируя около 34 % совокупного внешнеторгового оборота России.

Санкционное давление 2022–2025 гг. привело к комплексу негативных эффектов:

1. Дезинтеграция логистических цепочек – отказ ведущих международных судоходных компаний от обслуживания российских грузов привёл к дефициту тоннажа и росту фрахтовых ставок (через дальневосточные порты – в 1,5 раза с сентября 2025 года) [2].

2. Дисбаланс контейнерного парка – в европейской части России скопилось около 1 млн TEU порожних контейнеров («оверсток») при дефиците в Китае.

3. Рост издержек при падении объёмов – экспортные перевозки снизились на 16–25 %, но ставки фрахта и тарифы РЖД выросли [3].

4. Транзакционные барьеры – отключение российских банков от SWIFT, переход на расчёты в национальных валютах, проблема «рупиевого навеса» с Индией.

Несмотря на вызовы, российские внешнеторговые грузопотоки располагают значительным потенциалом развития:

1. Международный транспортный коридор «Север – Юг» (МТК СЮ) – протяжённость около 7200 км, связывает порты Балтики с портами Индийского океана. Потенциальный объём грузопотока – 15–30 млн тонн в год. За девять месяцев 2023 года рост грузооборота составил 27,4 %. [4].

2. Северный морской путь (СМП) – сокращение расстояния между Европой и Азией на 30–40 %. Грузооборот к 2025 году – около 40 млн тонн, цель к 2030 году – 100–150 млн тонн [5].

3. Цифровизация логистики – внедрение единой цифровой платформы управления грузопотоками, электронного документооборота, систем отслеживания грузов.

4. Диверсификация экспорта – снижение доли сырьевого экспорта, наращивание поставок продукции с высокой добавленной стоимостью (продовольствие, удобрения, химия, технологии).

Выводы:

1. Период 2021–2025 гг. стал временем кардинальной трансформации российских экспортно-импортных грузопотоков под воздействием санкционного давления и геополитической нестабильности.

2. Произошла масштабная переориентация торговых потоков с европейского на азиатское направление: доля Азии выросла до 70–75 %, Китай стал ведущим торговым партнёром (около 34 % товарооборота).

3. Санкции вызвали серьёзные логистические проблемы: дефицит тоннажа, дисбаланс контейнерного парка («оверсток» в европейской части при дефиците в Китае), рост фрахтовых ставок и административные барьеры.

4. Перспективы развития связаны с МТК «Север – Юг», Северным морским путём, цифровизацией и диверсификацией экспорта.

5. Для обеспечения устойчивости грузопотоков необходима системная реализация инфраструктурных, финансовых, нормативных и кадровых мер, включая модернизацию Восточного полигона, развитие портов, создание национального механизма страхования и подготовку кадров для работы с рынками Азии.

Литература

1. Федеральная таможенная служба России. – URL : https://customs.gov.ru (дата обращения 10.05.2026).
2. Бурмистров М.М. Трансформация экспортно–импортных грузопотоков России в условиях санкционного давления / М.М. Бурмистров, Н.В. Казанцева // Транспорт: наука, техника, управление. – 2023. – № 8. – С. 4–11.
3. ОАО «Российские железные дороги». – URL : https://rzd.ru (дата обращения 10.05.2026).
4. Иванов С.П. Перспективы развития МТК «Север – Юг» // Логистика. – 2023. – № 5. – С. 18–24.
5. Министерство транспорта Российской Федерации. – URL : https://mintrans.gov.ru (дата обращения 10.05.2026).

References

1. Federal Customs Service of Russia. – URL : https://customs.gov.ru (date of application 10.05.2026).
2. Burmistrov M.M. Transformation of Russia's Export-Import Freight Flows under Sanctions Pressure / M.M. Burmistrov, N.V. Kazantseva // Transport: Science, Technology, Management. – 2023. – № 8. – P. 4–11.
3. Russian Railways OJSC. – URL : https://rzd.ru (date of application 10.05.2026).
4. Ivanov S.P. Prospects for the Development of the North-South International Transport Corridor // Logistics. – 2023. – № 5. – P. 18–24.
5. Ministry of Transport of the Russian Federation. – URL : https://mintrans.gov.ru (date of application 10.05.2026).

УДК 661.725.4

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ТРИМЕТИЛКАРБИНОЛА

♦♦♦♦♦

MODERN ASPECTS OF THE PROCESS OF OBTAINING TRIMETHYLCARBINOL

Бариева Райхан Назифовна
кандидат химических наук,
доцент кафедры нефтехимического синтеза,
Нижнекамский химико-технологический институт –
филиал Казанского национального исследовательского
технологического университета
raikhan@mail.ru

Казанцева Ирина Александровна
студентка 2 курса,
Нижнекамский химико-технологический институт –
филиал Казанского национального исследовательского
технологического университета
ir_kaz91@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются современные аспекты процесса получения триметилкарбинола. Предлагается экономическая стратегия замена импортного катализатора на отечественный аналог.

Ключевые слова: триметилкарбинол, катализатор, спирт, гидратация, изобутилен, импортозамещение.

Bariyeva Raykhan Nazifovna
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department
of Petrochemical Synthesis,
Nizhnekamsk Institute
of Chemical Technology –
branch Kazan National Research
Technological University
raikhan@mail.ru

Kazantseva Irina Alexandrovna
2nd year Student,
Nizhnekamsk Institute
of Chemical Technology –
branch Kazan National Research
Technological University
ir_kaz91@mail.ru

Annotation. This article examines modern aspects of the trimethylcarbinol production process. An economic strategy for replacing imported catalysts with domestically produced ones is proposed.

Keywords: trimethylcarbinol, catalyst, alcohol, hydration, isobutylene, import substitution.

Благодаря широкому спектру применения спирты продолжают вызывать большой интерес в научном сообществе. Наряду с этанолом и метанолом, трет-бутанол остается одним из самых популярных спиртов, используемых как в промышленности, так и в лабораториях.

Триметилкарбинол (ТМК) выступает в качестве основного продукта получения изобутилена, который в дальнейшем поступает на синтез МТБЭ и бутилкаучука.

Триметилкарбинол имеет широкое применение: в качестве присадки к бензину, исходное соединение при синтезе других оксигенатов, для получения трет-бутоксида калия. Помимо промышленного использования, триметилкарбинол охватывает и другие отрасли, не относящиеся к химической промышленности: в лакокрасочной промышленности, для повышения октанового числа бензина и оксигената, в фармацевтической области [1, с. 671].

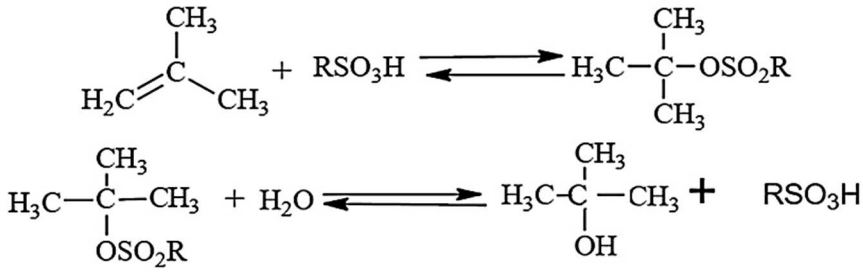
В настоящее время известны два способа получения триметилкарбинола:

1. Гидратация изобутилена на ионно-обменных смолах.
2. Реакция изобутилена с 45 % раствором серной кислоты.

Главным промышленным способом производства изобутилена является его выделение из фракций C_4 термических и каталитических процессов крекинга, пиролиза и дегидрирования углеводородов.

В связи с близостью температур кипения углеводородов C_4 их разделение затруднено. Выделение изобутилена осуществляют либо с помощью серной кислоты, либо гидратацией и дальнейшей дегидратацией на ионообменных смолах [2, с. 2].

Процесс извлечения изобутилена на ионообменных смолахоснованнаспособностиизобутиленавприсутствиисульфокатионита вступать в реакцию с водой с образованием трет-бутилового спирта – триметилкарбинола:



где: RSO_3H – сульфокатионит.

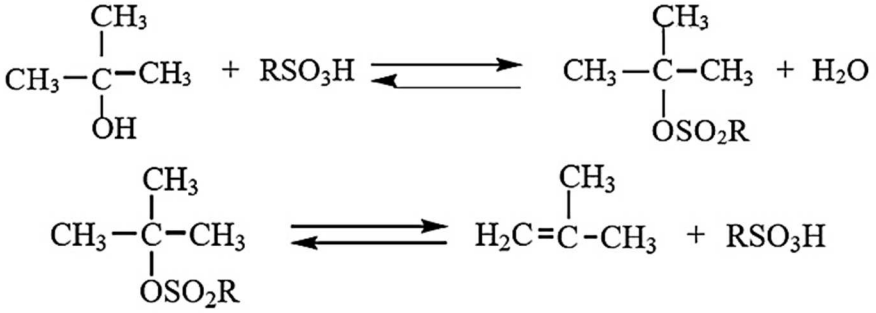
Реакционная способность олефинов к гидратации соответствует аналогичному ряду спиртов по их способности кдегидратации:

Третичный > Вторичный > Первичный

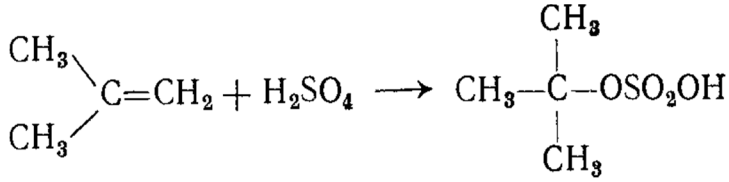
Из таких углеводородов как изобутилен, бутен-2 и бутен-1наиболее реакционноспособным является первый. Поэтому практически только изобутилен вступает во взаимодействие. Полученный триметилкарбинол имеет высокую температуру кипения и его легко отделить от других углеводородов ректификацией.

На следующей стадии дегидратацией триметилкарбинола получают изобутилен. Процесс практически аналогичен процессу гидратации изобутилена, отличием является пониженное давление (1,6 кгс/см^2), чем при дегидратации (17–20 кгс/см^2). Низкое давление позволяет сместить равновесие процесса в сторону образования изобутилена.

Процесс дегидратации триметилкарбинола обратен процессу гидратации и его проводят при температуре 90оС в присутствии сульфокатионита последующему уравнению:

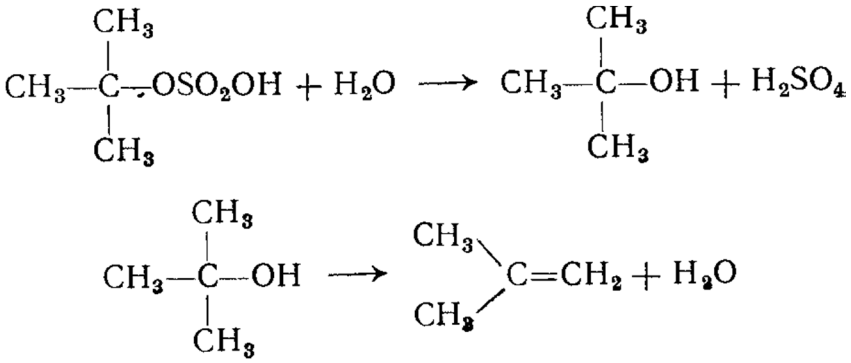


Дегидратацию ведут непрерывно, выводя с реакционной зоны (катализатора) более летучие продукты изобутилен и воду. Катализатор обогревается парами подводимой азеотропной смеси триметилкарбинола и воды. Над реактором находится обратный конденсатор, с помощью которого можно регулировать возврат триметилкарбинола. Выводимый из конденсатора изобутилен отделяется от воды и направляется на получение каучуков [3, с. 59].



При сернокислотном способе выделения изобутилена, его обрабатывают 60–65 % серной кислотой при 35–40 °С с образованием изобутил серной кислоты:

При разбавлении водой изобутил серная кислота легко гидролизуется, образуя триметилкарбинол, который тут же дегидратируется под действием серной кислоты в изобутилен:



В России основной промышленный способ выделения изобутилена из фракций углеводородов С4 основан на гидратации изобутилена в третбутиловый спирт и последующей его дегидратации с применением сульфокатионитных катализаторов.

Гидратацию изобутилена проводят в одном или одновременно в двух, последовательно или параллельно работающих, вертикальных цилиндрических гидраторах в экстракционно-реакционном противоточном режиме при температуре 80–95 °С и давлении 17,5–20,0 кгс/см^2 [4, с. 35].

Принципиальная схема представлена на рисунке 1. Роль катализатора на установке получения триметилкарбинола (ТМК, или трет-бутилового спирта, трет-бутанола) заключается в селективном ускорении реакции дегидратации изобутилена в присутствии воды (синтез) или, чаще, в процессе гидратации изобутилена (получение ТМК).

Основные функции катализатора:

– повышение селективности – препятствует образованию побочных продуктов, таких как димеры изобутилена;

– снижение температуры процесса – позволяет проводить реакцию в более мягких температурных условиях;

– энергосбережение – уменьшает энергозатраты на производство за счет снижения рабочей температуры.

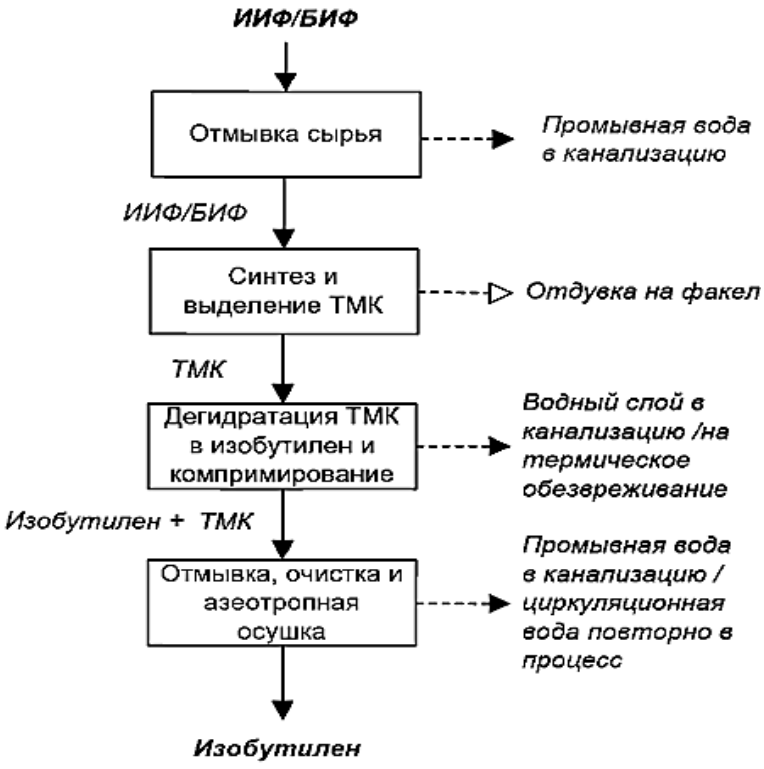


Рисунок 1 – Принципиальная схема процесса концентрирования изобутилена из ИИФ или БИФ фракции через триметилкарбинол [4, с. 36]

Основной проблемой катализаторов, используемых на установках получения триметилкарбинола, является их постепенная дезактивация (снижение активности), что приводит к ряду технологических и экономических сложностей. Дезактивация катализатора происходит из-за загрязнения катализаторов или побочных реакций, требуя замены или регенерации. Побочные реакции могут привести к снижению селективности процесса. Отработанные ионообменные смолы трудно поддаются регенерации, часто требуется их полная замена [5, с. 327].

В таблице 1 приводится сравнительная характеристика катализаторов, используемых в процессе гидратации изобутилена.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика катализаторов, используемых в процессе гидратации изобутилена

Катализатор	Пьюролайт СТ-275	ТОКЕМ-101
Внешний вид	Сферические зерна светло-серого цвета	Сферические зерна от желтого до темно-коричневого цвета
Полная статическая обменная емкость, ммоль/г, не менее	2,6	1,9
Каталитическая активность, % не менее	55	55
Насыпная плотность, г/см^3, не более	0,755–0,790	0,75–0,80
Массовая доля влаги, %, не более	51–59	43–52
Рабочая температура, °С	130	120
Коэффициент однородности (не более)	1,7	1,6

Пьюролайт СТ-275 – это сильнокислотный макропористый катализатор на основе полистирольной матрицы, сшитой дивинилбензолом, в водородной (Н+) форме. Благодаря макропористой структуре катализатор обладает высокой механической прочностью и обеспечивает свободный доступ реагентов к активным сульфогруппам.

Токем – 101 высокоёмкий, сильнокислотный сорбент гелевой структуры с улучшенным гранулометрическим составом по сравнению со стандартным катионитом, что достигается за счёт снижения массовой доли мелкой фракции. Обладает высокой химической стабильностью и механической прочностью. Катионит нерастворим в воде, органических растворителях, растворах кислот и щелочей, является негорючим, невзрывоопасным, невоспламеняющимся продуктом и не оказывает токсического воздействия на организм человека [5, с. 425].

В процессе гидратации изобутилена в присутствии сульфокатионита в небольшом количестве образуются побочные продукты: димеры изобутилена, эфиры, вторичный бутиловый спирт.

Образование димеров можно сократить, увеличивая соотношение водной фазы и углеводородов, а также уменьшая температуру реакции.

Также на срок службы катализатора влияет чистота сырья и воды. Наличие в них солей органических кислот, карбонильных и азотистых соединений, ионов металлов (Fe, Na и др.) приводит к «отравлению» катализатора [6, с. 245].

Проведя анализ существующих ионно-обменных смол, предлагается произвести замену импортного катализатора Пьюролайт СТ-275 на отечественный катализатор ТОКЕМ – 101.

Таким образом, процесс гидратации изобутан-изобутиленовых фракций на ионно-обменных смолах не теряет своей актуальности и пользуется большим спросом среди предприятий промышленного типа.

Предложенная замена катализатора позволяет решить проблему импортозамещения, тем самым снизить себестоимость единицы продукции, что может привести к экономии от снижения себестоимости продукции.

Литература

1. Шаронов К.Г. Извлечение изобутилена из промышленных бутан-бутиленовых фракций / К.Г. Шаронов, А.М. Рожнов // Журнал прикладной химии. – 2001. – № 4. – С. 670–674.
2. Шаронов К.Г. Способ выделения изобутилена / К.Г. Шаронов, А.М. Рожнов // Заявка № 96111390/04. Россия.
3. Производство основных органических химических веществ // Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 18-2019. – М. : Бюро НДТ, 2019. – С. 58–72.
4. Гулиянц С.Т. Получение изобутилена каталитическим разложением метил-трет-бутилового эфира / С.Т. Гулиянц, И.В. Александрова // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2008. – № 7. – С. 33–37.
5. Петров А.А. Органическая химия : учебник для вузов / А.А. Петров, Х.В. Бальян, А.Т. Трощенко. – СПб. : Химия, 2002. – 624 с.
6. Огородников С.К. Производство изопрена / С.К. Огородников, Г.С. Идлис. – Л. : Химия, 1973. – 296 с.

References

1. Sharonov K.G. Extraction of isobutylene from industrial butane-butylene fractions / K.G. Sharonov, A.M. Rozhnov // Journal of Applied Chemistry. – 2001. – № 4. – P. 670–674.
2. Sharonov K.G. Method of isolating isobutylene / K.G. Sharonov, A.M. Rozhnov // Application № 96111390/04. Russia.
3. Production of basic organic chemicals // Information and technical handbook on the best available technologies ITS 18-2019. – M. : Bureau of NDT, 2019. – P. 58–72.
4. Guliyants S.T. Production of isobutylene by catalytic decomposition of methyl tert-butyl ether / S.T. Guliyants, I.V. Alexandrova // Oil refining and petrochemistry. – 2008. – № 7. – P. 33–37.
5. Petrov A.A. Organic chemistry : a textbook for universities / A.A. Petrov, H.V. Balyan, A.T. Troshchenko. – SPb. : Khimiya Publ., 2002. – 624 p.
6. Ogorodnikov S.K. Isoprene production / S.K. Ogorodnikov, G.S. Idlis. – L. : Khimiya Publ., 1973. – 296 p.

УДК 624

ОДНОЭТАЖНЫЕ И ДВУХЭТАЖНЫЕ ШПРЕНГЕЛИ: ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

♦♦♦♦♦

SINGLE-STOREY AND DOUBLE-STOREY SPANGLES: PRINCIPLES OF DESIGN AND APPLICATION IN CONSTRUCTION

Долгополов Василий Евгеньевич
старший преподаватель кафедры
архитектуры гражданских и промышленных зданий
имени А.В. Титова,
Кубанский государственный технологический университет
dolgopolov_v@icloud.com

Кайшева Виктория Александровна
студентка факультета архитектуры,
строительства и автомобильных дорог,
Кубанский государственный технологический университет
k_viktoriya3004@mail.ru

Аннотация. Данная статья посвящена обзору принципов проектирования и применения одноэтажных и двухэтажных шпренгелей в строительстве. Рассмотрены исторические аспекты развития шпренгельных систем, их конструктивные особенности, принципы работы и механические свойства используемых материалов, таких как сталь и древесина. Проанализированы достоинства и недостатки различных типов шпренгельных ферм, а также их практическое применение в современных архитектурных решениях.

Ключевые слова: шпренгели, одноэтажные фермы, двухэтажные фермы, строительные конструкции, конструктивные особенности.

Dolgopolov Vasily Evgenievich
Senior Lecturer at the Department
of Architecture of Civil
and Industrial Buildings
named after A.V. Titov,
Kuban State Technological University
dolgopolov_v@icloud.com

Kaisheva Victoria Alexandrovna
Student at the Faculty of Architecture,
Construction and Highways,
Kuban State Technological University
k_viktoriya3004@mail.ru

Annotation. This article is devoted to an overview of the principles of design and application of single-storey and two-storey spangles in construction. The historical aspects of the development of springboard systems, their design features, principles of operation and mechanical properties of the materials used, such as steel and wood, are considered. The advantages and disadvantages of various types of spring farms are analyzed, as well as their practical application in modern architectural solutions.

Keywords: sprengels, single-storey farms, two-storey farms, building structures, structural features.

Шпренгель представляет собой незамкнутую стержневую систему треугольной или полигональной формы, присоединяемую к основным несущим элементам строительной конструкции. Преимущественно применяется как составная часть шпренгельной системы, которая при его удалении остается геометрически неизменяемой (рис. 1).

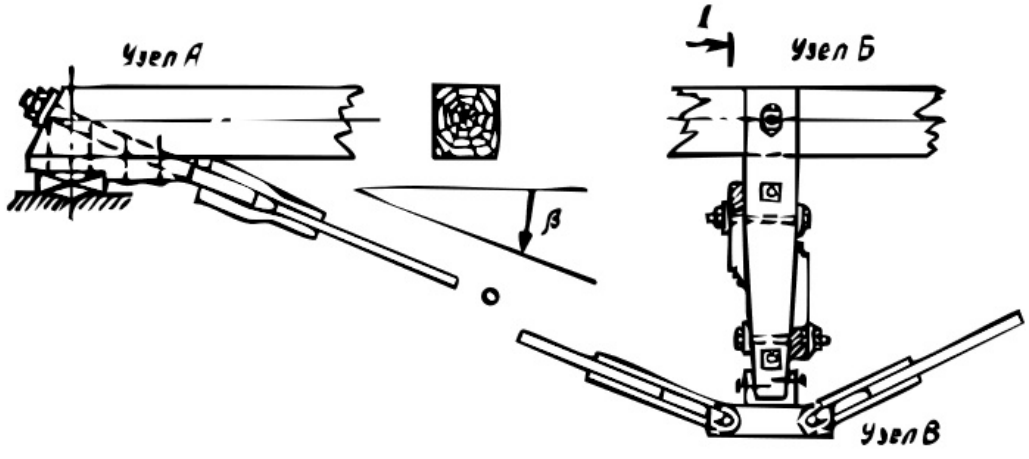


Рисунок 1 – Узлы шпренгельных балок

Назначение:

– увеличение числа узлов в поясах ферм (при необходимости подвески кранового оборудования);

– повышение несущей способности и жесткости изгибаемых конструкций;

– уменьшение гибкости колонн при их работе на продольный изгиб [1].

В современных архитектурных решениях подобные системы позволяют создавать более сложные и уникальные формы элементов сооружений, не жертвуя при этом их прочностью и устойчивостью.

Краткий исторический очерк появления шпренгельных систем

Из истории развития металлических конструкций

В конце XVII – начале XVIII века в России широко применялись железные стропила в промышленных зданиях. Эти конструкции не являлись фермами: состояли из насланных железных ног, подпертых стойками, которые в свою очередь опирались на нижнее сводчатое перекрытие или окружающую своды конструкцию, и перекрывали достаточно большие пролеты (до 20 м).

Первые железные покрытия промышленных зданий в России появились в 1757 г. на Кыштымском заводе. Именно в результате эволюции насланных железных стропил XVII и XVIII вв. здесь возникли стропильные фермы. Стойки имели разнообразные крепления, поскольку длинные стержни плохо работают на сжатие. Уже в середине XVIII в. опирание на свод было признано неэффективным, и стойки подвешивали с помощью тяг к опорным точкам стропил. Таким образом возникла шпренгельная ферма.

К созданию фермы из двух полуферм, соединенных затяжкой, привело объединение двух шпренгельных систем. Этот процесс развития стропильных конструкций нашел свое завершение в перекрытиях Зимнего дворца в Петербурге, восстановленного после пожара в 1837 году [2].

Во второй половине XIX века Россия стала лидером в железнодорожном строительстве. Однако существовавшие деревянные мосты не справлялись с возросшими требованиями к нагрузкам, а для каменных сооружений не было благоприятных условий. Поэтому широкое применение получили металлические мосты. Появляется более качественная литая сталь.

Профессор Н.А. Белелюбский (1845–1922 гг.), русский инженер и ученый, спроектировал несколько крупнейших мостов, усовершенствуя мостовые фермы. В то время как мосты в Европе имели в основном трех- и многораскосные решетки, мосты через реки Оку у Алексино, Волгу у Сызрани, Белую у Уфы и др. имели преимущественно пролетные строения с двухраскосной системой решетки. Были изменены направления раскосов в опорной панели, вводилось шарнирное опирание поперечных балок на пояса ферм.

Дальнейшее сокращение числа раскосов в панели для мостов с большими пролетами привело к проблеме слишком крупных панелей. Эти затруднения ликвидировал профессор Л.Д. Проскуряков (1858–1926 гг.), который предложил ввести шпренгели в решетку. При определении усилий в фермах впервые применялись линии влияния.

Енисейский мост с шестью пролетами по 144,5 метра стал примером успешного применения шпренгельной решетки, которая затем получила распространение как в России, так и в Европе. В 1900 году модель моста была представлена на Парижской выставке, на которой автора проекта наградили Золотой медалью [3].

Принципы работы шпренгелей

Усилия в стержнях ферм способом моментной точки определяются по формуле:

$$N = \pm\frac{M}{r},$$

где M – момент левых и правых сил относительно моментной точки; r – плечо усилия N относительно этой точки.

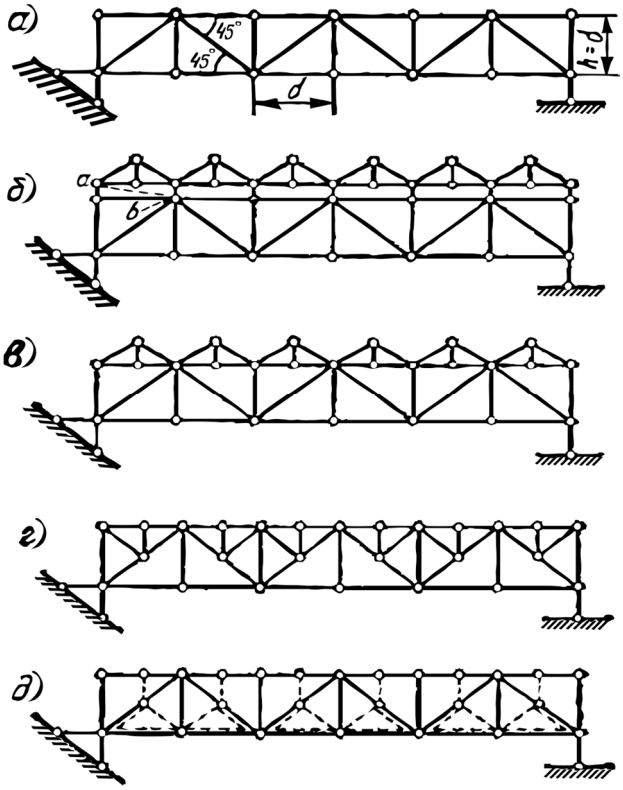


Рисунок 2 – Введение шпренгелей в ферму

Из формулы можно определить, чем больше значение величины *r*, тем меньше усилие N при прочих равных условиях.

Увеличение высоты фермы приводит к увеличению плеч и уменьшению усилий в её элементах. Раскосы фермы располагают под углом 45° к стойкам и поясам. Следовательно, увеличение высоты ферм приводит к увеличению размеров панелей (длина панели должна быть равна высоте фермы с параллельными поясами) (рис. 2, а), соответственно растет значение общей массы конструкции.

Для рационального решения задачи увеличения высоты фермы целесообразно ввести шпренгели, которые будут опираться на узлы основной фермы. Стержни работают на местную нагрузку, приложенную в пределах и пролетов. В узлы, являющиеся для шпренгеля опорами, вертикальная местная нагрузка предается вертикально в узлы основной фермы. Для обеспечения геометрической неизменяемости необходим стержень ab (штриховая линия (рис. 2, б)), причем усилие в нем равно нулю.

Если убрать стержни ab и сократить длину вертикальных стержней шпренгелей, получим ферму (рис. 2, в). Перевернув шпренгели, обнаружим шпренгельную ферму (рис. 2, г), предназначенную для передачи местных вертикальных нагрузок, приложенных к верхним дополнительным узлам, непосредственно в верхние узлы основной фермы. В классификации такие шпренгели называются одноярусными (одноэтажными).

Существуют также двухъярусные (двухэтажные) шпренгели, которые могут передавать нагрузку с верхних узлов на нижние узлы основной фермы (как показано на рисунке (рис. 2, д)), или же перенаправлять нагрузку с дополнительных узлов нижнего пояса на верхние узлы основной фермы.

Конструктивные элементы ферм, содержащих одноярусные шпренгели, классифицируются на три группы:

- I категория: элементы основной фермы: усилия рассчитываются только в основной ферме и не зависят от наличия шпренгелей;
- II категория: элементы шпренгелей: при расчете усилий шпренгель рассматривается как отдельная двухопорная ферма;
- III категория: общие элементы: усилие является суммой двух усилий от основной фермы и от шпренгеля.

При расчете двухъярусных шпренгелей, используются четыре категории: аналогичные перечисленным и IV категория, составляющими которой являются те элементы I категории, линии влияния которых имеют отличие при перемещении силы P = 1 по верхнему и нижнему поясам [4].

Достоинства и недостатки шпренгелей

Для расчета одноэтажных шпренгелей: при выборе основной решетки все приложенные в узлах силы перераспределяются по половине в соседние узлы основной решетки того же грузового пояса (рис. 3).

Достоинства:

- простота конструкции, так как шпренгель – это фермочка, заменяющая стержни грузового пояса;
- работают только на местную нагрузку, то есть на нагрузку, прикладываемую к их узлам.

Недостатки:

- не позволяют передать нагрузку на узлы незагруженного пояса фермы.

Для двухэтажных шпренгелей: узловые силы передаются по половине в узлы ненагруженного пояса фермы (рис. 3).

Достоинства:

- позволяют передать нагрузку на узлы незагруженного пояса, что может быть полезно, если нагрузка действует на нижний пояс фермы;
- повышают жёсткость конструкции, так как шпренгели работают на местную нагрузку, что уменьшает прогиб.

Недостатки:

более сложная конструкция, так как шпренгель – это ферма на двух опорах, что требует учёта при расчёте [5, 6].

В обоих случаях опорные реакции остаются неизменны [7].

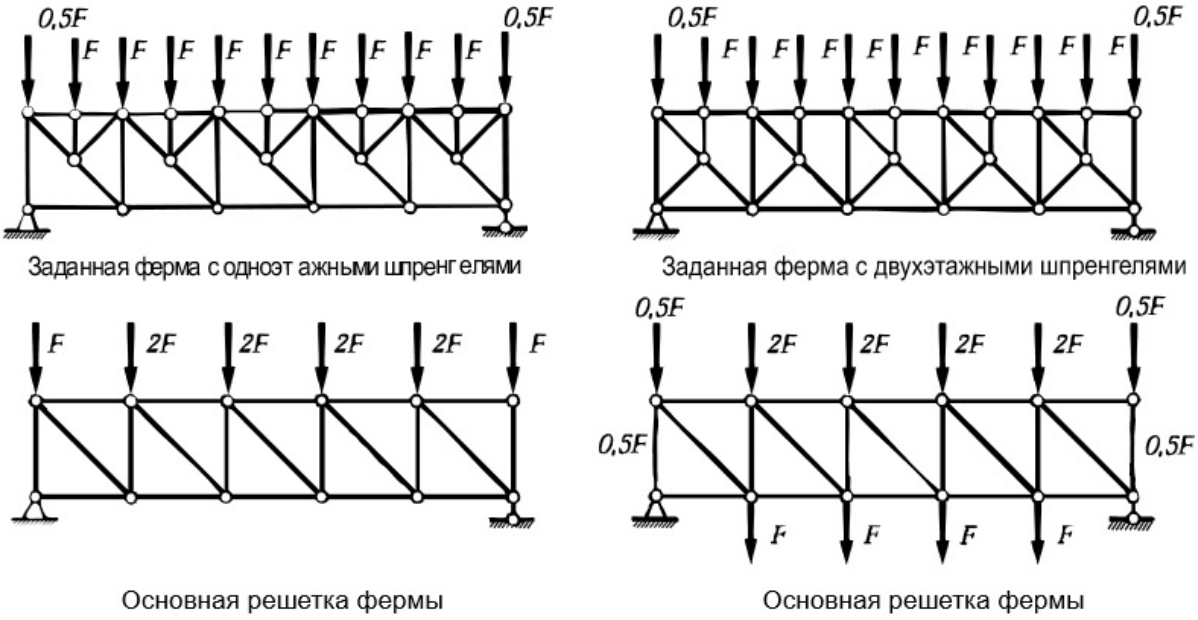


Рисунок 3 – Выбор основных решеток шпренгельных ферм и их эквивалентные загружения

Механические свойства материалов, используемых в шпренгелях

Сталь

Механические свойства стали, которые могут быть важны для шпренгелей:

- **Прочность** – сопротивление материала внешним силовым воздействиям без разрушения;
- **Упругость** – свойство материала восстанавливать свою первоначальную форму после снятия внешних нагрузок;

- **Пластичность** – свойство материала сохранять несущую способность в процессе деформирования;
- **Твёрдость** – свойство, которое зависит от доли углерода и технологии производства (например, температуры закалки);
- **Усталость** – степень накопления повреждений из-за циклических нагрузок, которые провоцируют формирование трещин;
- **Хрупкость** – степень разрушений, возникающих из-за внешних сил и не сопровождающихся пластическими деформациями.

На свойства стали влияют химический состав, режимы термообработки и структурное состояние [8].

Древесина

Механические свойства древесины, которые могут быть важны для шпренгелей:

- **Прочность** – сопротивление действию механических сил: растяжению, сжатию, изгибу, скалыванию. Древесина – анизотропный материал, поэтому её прочность зависит от направления действия усилий по отношению к волокнам;
- **Деформативность** – способность древесины изменять свои размеры и форму при воздействии. При кратковременных нагрузках в древесине возникают преимущественно упругие деформации, которые после нагрузки исчезают;
- **Ударная вязкость** – способность поглощать работу при ударе без разрушения. Древесина лиственных пород в среднем имеет ударную вязкость в 2 раза большую, чем у хвойных пород;
- **Износостойкость** – способность древесины сопротивляться износу, то есть постепенному разрушению её поверхностных зон при трении. У влажной древесины износ больше, чем у сухой [9, 10].

Подводя итог, можно сделать вывод, что выбор между одноэтажными и двухэтажными шпренгельными фермами зависит от множества факторов, включая назначение постройки, доступное пространство, условия эксплуатации и финансовые возможности. Одноэтажные фермы чаще всего являются более простыми в строительстве и обслуживании, что позволяет быстрее реализовать проект и снизить затраты. В то же время, двухэтажные шпренгельные фермы могут существенно увеличить полезную площадь без необходимости расширять строительный участок, что особенно важно в условиях ограниченного пространства.

Учитывая постоянно развивающиеся технологии и новые подходы в строительстве, шпренгельные фермы продолжают оставаться эффективными решениями для создания надежных и функциональных зданий и сооружений.

Шпренгели также могут стать визуальным акцентом архитектурного решения, подчеркивающим эстетичность и современность.

Важно отметить, что правильный выбор типа фермы должен основываться на тщательном анализе потребностей и целей эксплуатации, а также на объективной оценке характеристик каждого типа конструкции.

Литература

1. Словари и энциклопедии на Академике: «Шпренгель». – URL : https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/152150 (дата обращения 30.03.2026).
2. Из истории развития металлических конструкций. – URL : https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/33201/Iz_istorii_razvitiya_metallicheskih_konstrukcij.pdf?sequence=1 (дата обращения 30.03.2026).
3. Мосты на железных дорогах. Электронный учебник. – URL : https://vuts-miit.ru/library/special/Мосты_на_железных_дорогах.pdf (дата обращения 30.03.2026).
4. Строительная механика. Конспект лекций для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» дистанционной формы обучения. – URL : http://cdo.bru.by/course/distan/PGS/stroitelnaja_mechanika_7sem_pgsdz/Fail/lekcher.pdf (дата обращения 02.04.2026).
5. Статически определимые плоские фермы. – URL : https://studfile.net/preview/10419681/page:2 (дата обращения 30.03.2026).

6. Шпренгельные фермы. Определение усилий в стержнях шпренгельных ферм. – URL : https://helpiks.org/9-64383.html (дата обращения 04.04.2026).
7. Молдаванов С.Ю. Строительная механика в примерах и задачах. – Ч. 1. Расчет статически определимых шарнирно-стержневых систем : учебное пособие / С.Ю. Молдаванов, В.Е. Долгополов. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2020. – 368 с. (дата обращения 07.04.2026).
8. Лесная В.И. Изучение диаграммы растяжения малоуглеродистой стали: лабораторные работы для студентов специальности 08.03.01 «Строительство» : практикум / В.И. Лесная; Политехнический институт (Школа) ДВФУ. – Владивосток : Изд-во Дальневосточного федерального университета, 2020. – 22 с. (дата обращения 07.04.2026).
9. Лекция 3. Физические и механические свойства древесины. Виды и свойства строительной фанеры. – URL : http://sdo.rimsou.ru/pluginfile.php/18736/mod_resource/content/1/Лекция%203.pdf (дата обращения 03.04.2026).
10. Механические свойства древесины. – URL : https://studfile.net/preview/2995268/page:9 (дата обращения 04.04.2026).

References

1. Dictionaries and encyclopedias on Academician: «Sprengel». – URL : https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/152150 (date of application 30.03.2026).
2. From the history of the development of metal structures. – URL : https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/33201/Iz_istorii_razvitiya_metallicheskih_konstrukcij.pdf?sequence=1 (date of application 30.03.2026).
3. Bridges on railways. Electronic textbook. – URL : https://vuts-miit.ru/library/special/Мосты_на_железных_дорогах.pdf (date of application 30.03.2026).
4. Structural mechanics. Lecture notes for students of the specialty 1-70 02 01 «Industrial and civil construction" of distance learning. – URL : http://cdo.bru.by/course/distan/PGS/stroitelnaja_mechanika_7sem_pgsdz/Fail/lekcher.pdf (date of application 02.04.2026).
5. Statically determinate plane trusses. – URL : https://studfile.net/preview/10419681/page:2 (date of application 03/30/2026).
6. Truss bars. Determination of forces in truss bars. – URL : https://helpiks.org/9-64383.html (date of application 04/04/2026).
7. Moldavanov S.Yu. Structural mechanics in examples and problems. – Part 1. Calculation of statically determinate hinge-bar systems: a tutorial / S.Yu. Moldavanov, V.Ye. – Krasnodar : Publ. FGBOU VO «KubSTU», 2020. – 368 p. (date of application 04/07/2026).
8. Lesnaya V.I. Study of the stress-strain diagram of low-carbon steel: laboratory work for students of the specialty 08.03.01 «Construction»: workshop / V.I. Lesnaya; Polytechnic Institute (School) of FEFU. – Vladivostok: Publishing house of the Far Eastern Federal University, 2020. – 22 p. (date of application 07.04.2026).
9. Lecture 3. Physical and mechanical properties of wood. Types and properties of construction plywood. – URL : http://sdo.rimsou.ru/pluginfile.php/18736/mod_resource/content/1/Лекция%203.pdf (date of application 03.04.2026).
10. Mechanical properties of wood. – URL : https://studfile.net/preview/2995268/page:9 (date of application 04.04.2026).

УДК 664.8:631.414

БЕЗОТХОДНЫЕ И МАЛООТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА РЫБОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

♦♦♦♦♦

WASTE-FREE AND LOW-WASTE TECHNOLOGIES IN THE CLOSED-LOOP ECONOMY OF FISH PROCESSING INDUSTRIES

Золотокопова Светлана Васильевна
заведующая кафедрой технологии товаров
и товароведения,
Астраханский государственный технический университет
zolotokopova@mail.ru

Золотокопов Андрей Владимирович
соискатель кафедры технологии товаров и товароведения,
Астраханский государственный технический университет

Торосян Эрик Сергеевич
начальник отдела интеллектуальной собственности,
Кубанский государственный университет;
Академический советник
Российской инженерной академии, г. Краснодар

Касьянов Дмитрий Геннадьевич
заместитель начальника
отдела интеллектуальной собственности,
Кубанский государственный университет;
Академический советник
Российской инженерной академии, г. Краснодар

Аннотация. Известно, что при переработке рыбы образуется до 50 % отходов, содержащих ценные пищевые и биологически активные вещества. Безотходная технология позволяет обеспечить наиболее полную переработку рыбы и отходов, образующихся при её разделке. Наиболее реальной в процессе поточной переработки рыбы является малоотходная технология с минимальным количеством не утилизируемых потерь сырья. Авторы поставили цель определить роль безотходных и малоотходных технологий в экономике замкнутого цикла производства рыборастительных паштетов. Для достижения указанной цели определён массовый состав отходов при разделке рыбы – голов, чешуи, кожи, костей и плавников, разработаны структурные схемы малоотходных и безотходных технологий переработки рыбного сырья, разработаны рецептуры паштетов. Приведена калькуляция себестоимости рыборастительных паштетов.

Ключевые слова: экономика замкнутого цикла, безотходные технологии, рыборастительный паштет, структурная схема, рецептуры продуктов.

Zolotokopova Svetlana Vasilievna
Head of the Department
of Product Technology
and Commodity Science,
Astrakhan State Technical University
zolotokopova@mail.ru

Andrey Vladimirovich Zolotokopov
candidate of the Department of Product Technology and Commodity Science, Astrakhan State Technical University

Erik Sergeevich Torosyan
Head of the Intellectual
Property Department,
Kuban State University;
Academic Advisor
of the Russian Academy of Engineering, Krasnodar

Kasyanov Dmitry Gennadievich
Deputy Head
of the Intellectual Property Department,
Kuban State University;
Academic Advisor
of the Russian Academy of Engineering, Krasnodar

Annotation. Fish processing generates up to 50 % waste containing valuable nutritional and biologically active substances. Waste-free technology ensures the most complete processing of fish and the waste generated during its preparation. Low-waste technology with minimal unrecoverable raw material losses is the most feasible option for continuous fish processing. The authors aimed to determine the role of waste-free and low-waste technologies in the closed-loop economy of fish-vegetable pate production. To achieve this goal, the mass composition of fish-cutting waste-heads, scales, skin, bones, and fins-was determined, structural diagrams of low-waste and waste-free technologies for processing fish raw materials were developed, and pate recipes were developed. A cost calculation for fish-vegetable pates is provided.

Keywords: closed-loop economy, waste-free technologies, fish-vegetable pate, structural diagram, product recipes.

В условиях циркулярной экономики малоотходная и безотходная переработка рыбного сырья приобретают актуальное значение. Для повышения эффективности работы рыбоперерабатывающих предприятий следует использовать последние достижения рыбохозяйственной науки в области комплексного использования продуктов переработки рыбы и морепродуктов. Этот тезис подтверждают разработки ученых научно-педагогических школ, под руководством профессоров П.В. Антиповой,

О.П. Дворяниновой, С.В. Золотокоповой, Е.Е. Ивановой, Г.И. Касьянова, О.Я. Мезеновой, М.Д. Мукатовой, А.В. Соколова, М.Е. Цибизовой и других.

Базируясь на постулатах экономики замкнутого цикла можно значительно активизировать работу рыбохозяйственного комплекса страны, с учетом экологических, экономических и стратегических факторов [1]. Воронежские ученые и специалисты выполнили комплекс исследований по исследованию химического состава и биологических свойств первичного и вторичного рыбного сырья [2]. В работе использованы методы SWOT-анализа для выявления возможностей и угроз при переработке рыбных отходов на основе принципов экономики замкнутого цикла.

Сформирована база данных национальных моделей реализации экономики замкнутого цикла [3]. Э.С. Торосян с коллегами обосновали нормативно-правовые и технологические факторы развития циркулярной экономики в Краснодарском крае [4, 11, 25, 26].

Астраханские ученые и специалисты опубликовали ряд оригинальных разработок по проектированию качества многокомпонентных пищевых систем и обогатителей, на основе безотходной технологии переработки рыбного сырья [5–7]. Сотрудники КубГТУ, совместно с сотрудниками других вузов, разработали биотехнологические принципы переработки животного сырья и отходов [8, 23, 24, 27].

Большую роль в пропаганде новейших достижений в области переработки животного сырья играют общественные организации в лице Российской инженерной академии и Академии продовольственной безопасности [9]. Объемный цикл исследований посвящён оценке свойств и безопасности пищевых добавок, используемых для стабилизации состава рыборастительных продуктов [10, 12, 14]. Аналогичные подходы продемонстрированы применительно к хлебобулочному и мясорастительному сырью [11, 13].

Запатентован способ изготовления и рецептурный состав паштетов и крипсов [15, 18, 20, 21]. Выдан ряд свидетельств на Программы для ЭВМ по учету свойств и качества рыборастительных продуктов [16, 17]. Разработан способ обогащения рыборастительных продуктов эссенциальными микроэлементами [19]. Получены патенты на промышленные образцы продуктов на рыбной основе, обогащенных растительными добавками [22–24]. Переработка растительного сырья на CO_2-экстракты и CO_2-шроты также соответствует принципам циркулярной безотходной технологии [22]. Такие продукты используются для обогащения состава рыбных продуктов и придания им антиоксидантных свойств. Большое внимание в публикациях уделяется экономическому обоснованию процессов малоотходной технологии животного сырья [28]. Сотрудники КубГУ обсудили проблемы и перспективы развития экономики замкнутого цикла в Краснодарском крае, включая особенности рыбоперерабатывающей отрасли [29]. Зарубежные специалисты опубликовали сведения о питательной ценности отходов при разделке рыбы, относящихся к вторичным ресурсам переработки рыбного сырья [30]. Рыбные отходы включали чешую, плавники и кости, полученные при разделке карпа обыкновенного. Результаты показали высокое содержание белка практически во всех рыбных отходах, а самое высокое значение 27,3 %, обнаружено в костях. Самое высокое значение содержания липидов также было зарегистрировано в костях – 7 %. Более высокое содержание влаги было обнаружено в 73 %-ной части чешуи, что сопровождалось значимой разницей (P-значение < 0,05) в содержании влаги в чешуе между тремя группами рыбных отходов. Кроме того, результаты показали, что содержание белка и липидов увеличивалось с увеличением веса и размера рыбы. В целом это исследование демонстрирует высокую пищевую ценность рыбных отходов, которые могут стать перспективным источником для устойчивой циркулярной экономики.

Выполненный обзор научно-технической и патентной литературы позволил выявить нерешенные проблемы в комплексной переработке рыбного сырья и сформулировать цель и задачи исследования. Установлено, что отходы от разделки рыбы имеют состав, схожий с составом пищевого рыбного филе. Помимо липидов, жирных кислот и минеральных веществ, рыбные субпродукты обладают высоким содержанием белка.

Цель работы заключалась в определении роли безотходных и малоотходных технологий в экономике замкнутого цикла рыбоперерабатывающих производств. Для

достижения поставленной цели решались задачи компоновки структурных схем малоотходных и безотходных технологий переработки рыбного сырья, оценки химического состава вторичных ресурсов разделки рыбы на тушку, филе и пласт, разработки рецептур паштетов.

На рисунке 1 представлена структурная схема переработки отходов от разделки прудовой рыбы.

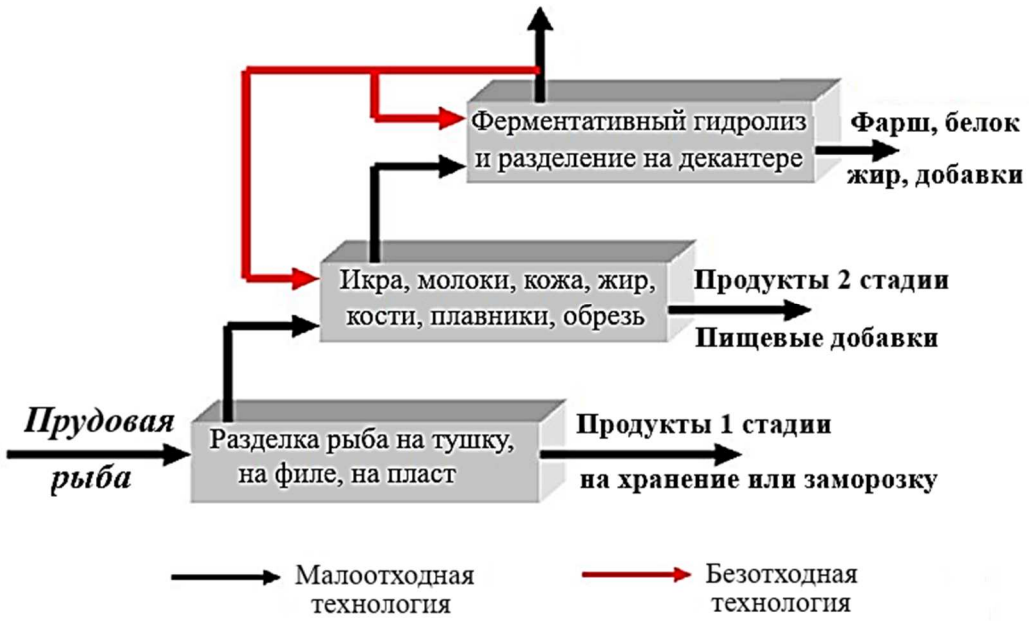


Рисунок 1 – Структурная схема переработки отходов от разделки прудовой рыбы

На рисунке 1 выделены пути малотходной и безотходной переработки рыбного сырья.

На рисунке 2 показана схема переработки отходов от разделки океанической рыбы.

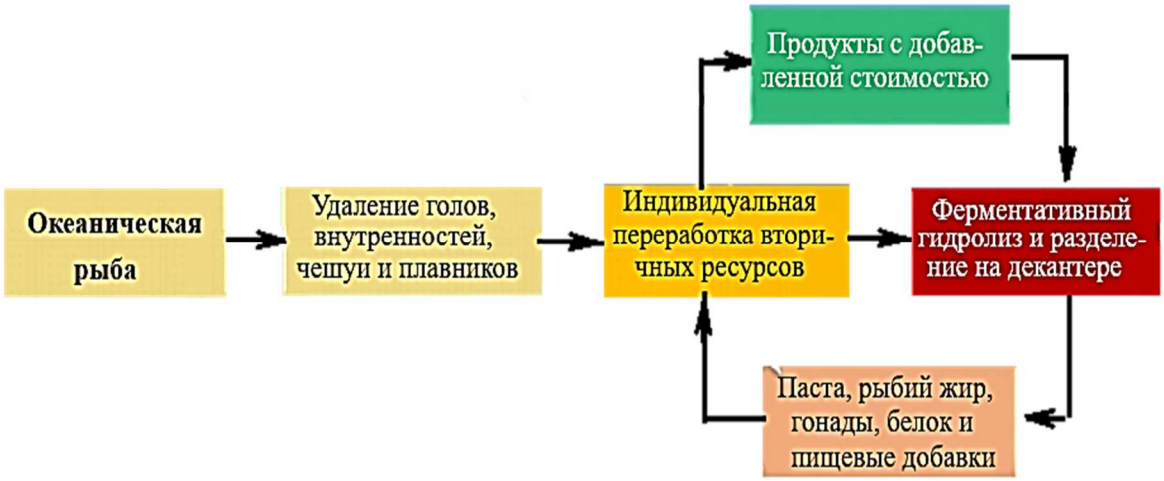


Рисунок 2 – Структурная схема переработки отходов от разделки океанической рыбы

Экономика замкнутого цикла переработки рыбного сырья основана на повторном использовании ранее не утилизированного вторичного рыбного сырья, что позволяет экономить сырье и энергию, создавать обогащенные пищевые добавки. Глубокая переработка сырья осуществляется с применением современных технологических и физико-химических приемов.

В таблице 1 приведен массовый состав вторичных ресурсов от разделки рыб.

Таблица 1 – Массовый состав вторичных ресурсов от разделки рыб

Вторичные ресурсы разделки рыбы	Вода	Белок	Жир	Зола
Головы				
Сазан	66,2	18,4	5,2	10,2
Судак	70,2	15,2	4,9	9,7
Толстолобик	60,0	9,3	4,6	26,1
Треска	76,0	13,9	0,6	9,5
Чешуя				
Сазан	62,5	4,8	0,2	32,5
Судак	70,0	6,2	1,5	22,3
Толстолобик	64,3	4,1	0,2	31,4
Треска	60,0	12,1	2,1	25,8
Кожа				
Сазан	67,3	26,5	5,1	1,1
Судак	67,2	30,1	0,9	1,8
Толстолобик	59,1	23,8	13,9	0,9
Треска	66,0	31,2	1,7	1,1
Кости				
Сазан	56,5	25,6	6,4	11,5
Судак	58,9	21,3	7,8	12,0
Толстолобик	65,3	18,2	6,3	10,2
Треска	71,0	19,2	0,5	9,3
Плавники				
Сазан	68,1	17,2	5,7	9,0
Судак	70,0	14,4	4,4	11,2
Толстолобик	69,9	15,4	4,9	9,8
Треска	71,9	15,2	4,2	8,7

Представленные в таблице 1 виды вторичных ресурсов после разделки рыбы, требуют для переработки использования различных технологических приемов. Головы рыб измельчаются и обрабатываются протеолитическими ферментами. Комплексный протеолитический комплекс состоит из концентрата собственных ферментов внутренностей хищных пород рыб и мицелиального гриба Aspergillus oryzae. Обработка измельченного сырья ферментами проводится в герметичном сосуде под давлением диоксида углерода, при pH среды 4 единицы и температуре 30 °С. Проферментированный продукт сушится и используется в кормах для рыб.

Из чешуи рыб, с помощью протеолитических ферментов, извлекается ихтиожелатин по технологии О.С. Якубовой. А кожу рыб рекомендовано направлять в кожевенную промышленность (Л.К. Петриченко), на пищевой коллаген и гиалуроновую кислоту (Г.А. Хаустова). Из костей рыб можно получать криопорошок, содержащий легкоусвояемые макро и микроэлементы (Ю.А. Фатыхов). а из плавников – пищевые и кормовые добавки (А.В. Соколов). Разработан ряд рецептур с использование продуктов вторичных рыбных ресурсов. В таблице 2 приведена рецептура рыборастительного паштета № 1, обогащенного пищевыми добавками.

Таблица 2 – Рецептура рыборастительного паштета № 1

Ингредиенты	Норма закладки, %
1	2
Фарш из мяса прудовых рыб	34±1,6
Пюре из корней батата	11±0,5
Пюре из моркови	9±0,4
Криопорошок из костей рыб	6±0,3

Окончание таблицы 2

1	2
Загуститель ихтиожелатин	2±0,09
Молоко, 1,5 % жирности	10±0,4
Сливочное масло	4±0,2
CO_2-экстракт семян винограда	1,5±0,007
CO_2-шрот семян винограда	6±0,3
Пюре из лука	7±0,3
Соль пищевая	0,6±0,03
Легкая вода	до 100 %
Пряности и вспомогательные материалы, %	
CO_2-экстракт перца черного	0,004
Экстракт копченостей	0,8±9,04
Юглон	0,3±0,01

Как видно из данных таблицы 2, в состав рецептуры паштета входит экологически чистое рыбное и овощное сырье. Включение в состав рецептуры криопорошок, полученный из рыбных костей, обогатило минеральный состав продукта легкодоступными кальцием и фосфором. Включение в состав паштета ихтиожелатина позволяет регулировать пластические свойства паштета. Органолептическая оценка подтвердила высокое качество изготовленного продукта.

В таблице 3 приведена рецептура рыборастительного паштета № 2, обогащенного пищевыми добавками.

Таблица 3 – Рецептура рыборастительного паштета № 2

Ингредиенты	Норма закладки, %
Фарш из мяса океанических рыб	42±2,0
Сухой гидролизат из кожи рыб	2±0,09
Крупа овсяная	6±0,3
Пюре из кабачков	8±0,4
Пюре из моркови	7±0,3
Пюре из перца сладкого	6±0,3
Пюре из лука	4±0,2
Криопорошок из костей рыб	5±0,2
Растительное масло	6±0,3
CO_2-экстракт тмина черного	0,4±0,02
CO_2-шрот семян тмина черного	5±0,2
Соль пищевая	0,6±0,03
Бульон	до 100 %

В рецептуру рыборастительного паштета № 2 входит фарш из мяса океанических рыб, гидролизат из кожи рыб и криопорошок из рыбьих костей.

На рисунке 3 приведена структурная схема производства рыборастительного паштета, обогащенного нетрадиционными пищевыми добавками. К элементам экономики замкнутого цикла относится возможность использования в рецептуре не только основного рыбного сырья, но и ранее не используемого криопорошка из костей рыб.

Как видно на рисунке 3, при переработке различных видов сырья применяются одинаковые технологические операции: Доставка, приемка, хранение (ДПХ), сортировка, мойка и т.д., однако при переработке рыбного сырья используются нетрадиционные приемы – ферментация, криоизмедьчение и др.

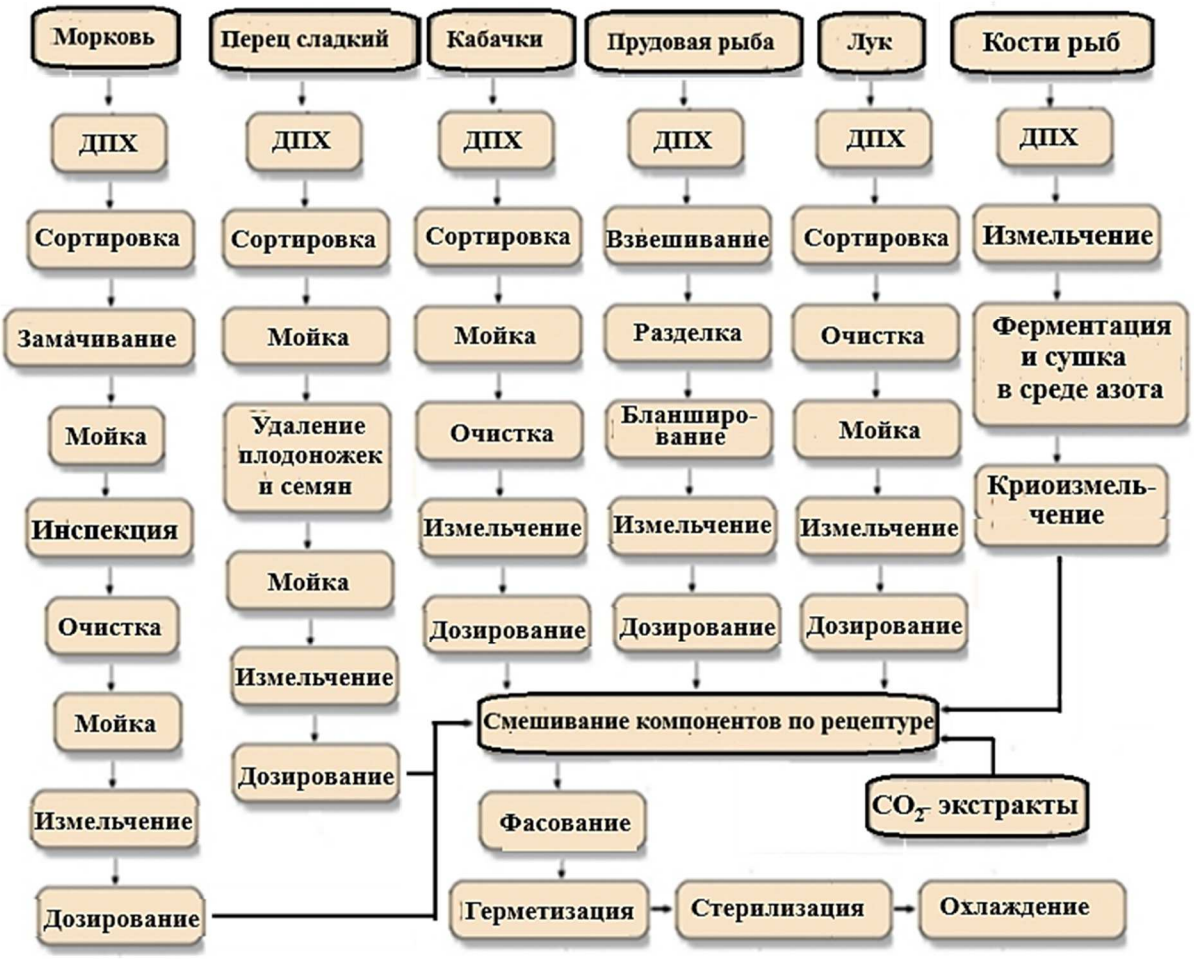


Рисунок 3 – Структурная схема производства рыборастительного паштета

В таблице 3 приведена калькуляция себестоимости рыборастительных паштетов.

Таблица 3 – Калькуляция себестоимости рыборастительных паштетов

Статьи калькуляции	Затраты на производство 1 т продукции, тыс. р		
	Контроль	Паштет Рец. 1	Паштет Рец. 2
Сырье, основные и вспомогательные материалы	310	283	290,5
Транспортно-заготовительные расходы	18,4	17,5	16,8
Теплоэнергия	19,1	19,2	18,9
Электроэнергия	16,3	15,3	15,3
Основная и дополнительная заработная плата	41,2	36,7	36,8
Отчисления на социальные нужды	11,0	10,3	9,9
Расходы на содержание оборудования	8,9	8,6	8,6
Общехозяйственные расходы	9,2	9,1	9,2
Коммерческие расходы	2,2	2,2	2,2
Полная себестоимость	436,3	401,9	408,2

Судя по данным таблицы 3, разработанные рецептуры паштетов имеют более низкую себестоимость.

Заключение. Экономика замкнутого цикла является стратегическим направлением продвижения к экономическому укладу, увеличению добавленной стоимости,

устойчивому развитию рыбохозяйственного комплекса России.В статье раскрыты особенности безотходной технологии, которые характерны для производственных структур рыбохозяйственного комплекса перерабатывающего отходы от разделки рыбы.Определён массовый состав отходов при разделке рыбы – голов, чешуи, кожи, костей и плавников, разработаны структурные схемы малоотходных и безотходных технологий переработки рыбного сырья, разработаны рецептуры паштетов. Приведена калькуляция себестоимости рыборастительных паштетов. Применение современных технологий позволяет сократить экологические и технологические риски и повысить экономическую отдачу производства.

Литература

1. Реализация принципов экономики замкнутого цикла в рыбохозяйственном комплексе РФ как необходимый элемент достижения национальных целей / А.М. Авдонина [и др.] // Труды ВНИРО. – 2022. – С. 170–177.
2. Антипова Л.В. Состав, свойства и технологические решения по рациональному использованиюновых сырьевых источников для расширения отечественного рынка рыбопродуктов / Л.В. Антипова, А.Ю. Сеткова, О.П. Дворянинова // В сборнике: Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение. Сборник научных статей и докладов IX Международной научно-практической конференции. – Воронеж, 2023. – С. 395–398.
3. База данных национальных моделей реализации экономики замкнутого цикла / Е.А. Яковлева, М.В. Терешина, Э.С. Торосян, Т.В. Васкевич // Свидетельство о регистрации базы данных RU 2025624273, 07.10.2025. Заявка № 2025623852 от 18.09.2025.
4. Захаренко Д.С. Особенности правовой охраны производных произведений / Д.С. Захаренко, Э.С. Торосян // Юрист. – 2022. – № 12. – С. 36–42.
5. Золотокопов А.В. Технология рыборастительного хлеба с заданными показателями пищевой безопасности / А.В. Золотокопов, М.Е. Цибизова, С.П. Запорожская // В сборнике: Оптимизация технологических процессов и разработка новых, прорывных способов переработки агропищевого сырья и водных биологических ресурсов. Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 106-годовщине Кубанского государственного технологического университета. – Краснодар, 2024. – С. 168–171.
6. Золотокопов А.В. Проектирование качества многокомпонентных пищевых систем на основе безотходной технологии переработки рыбного сырья / А.В. Золотокопов, М.Е. Цибизова, Г.И. Касьянов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 4. – С. 32–39.
7. Золотокопова С.В. Анализ влияния льняного семени на хрупкость рыборастительных крипсов / С.В. Золотокопова, А.И. Клепиков // В сборнике: Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Сборник статей по материалам VIII Международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию со дня образования общероссийской общественной организации «Российская инженерная академия». – Краснодар, 2025. – С. 15–19.
8. Биотехнология рыбы и рыбных продуктов / Г.И. Касьянов [и др.]. – СПб. : Изд-во Лань, 2024. – 192 с.
9. Касьянов Г.И. Кубанское региональное отделение Российской инженерной академии: направления работы, ключевые результаты и векторы развития / Касьянов Г.И., С.А. Удодов, Е.А. Ольховатов // Вестник Российской инженерной академии. – 2026. – № 1. – С. 160–169.
10. Касьянов Д.Г. Оценка влияния способов инактивации антипитательных веществ хлебных злаков и бобов на пищевую ценность вырабатываемой продукции / Д.Г. Касьянов, А.В. Золотокопов // В сборнике: Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Сборник статей по материалам VIII Международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию со дня образования общероссийской общественной организации «Российская инженерная академия». – Краснодар, 2025. – С. 359–364.
11. Касьянов Д.Г. Инновационные подходы к созданию хлебобулочных и кондитерских изделий с использованием плодоовощных криопорошков / Д.Г. Касьянов, Э.С. Торосян // В сборнике: Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века. Сборник материалов IX Международной научно-практической конференции, посвященной десятилетию науки и технологий. – Краснодар, 2025. – С. 211–219.

12. Клепиков А.И. Определение содержания белка в рыборастительных крипсах / А.И. Клепиков, С.В. Золотокопова // В сборнике: Материалы Международной научно-практической конференции им. Д.И. Менделеева. Сборник статей : в 3-х т. – Тюмень, 2025. – С. 314–317.
13. Медведев А.М. Производство сухих завтраков из комбинированного мясорастительного сырья на автоматизированной экструзионной установке / А.М. Медведев, Г.И. Касьянов, М.А. Яренков // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 4. – С. 91–98.
14. Влияние растительных добавок на степень набухания сухого рыбного фарша / А.М. Медведев [и др.] // В сборнике: Актуальные и инновационные технологии переработки агропищевого сырья и водных биологических ресурсов. Сборник материалов. Материалы Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2023. – С. 127–131.
15. Мясорастительный паштет / Г.И. Касьянов, Е.А. Мазуренко, И.С. Мостовой, Н.М. Шило. Патент на изобретение RU 2827211, 23.09.2024. Заявка № 2024107146 от 17.04.2024.
16. Программа для учёта технологий переработки и утилизации отходов / Т.А. Приходько, М.В. Терешина, Э.С. Торосян. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2025683827, 08.09.2025. Заявка № 2025682721 от 01.08.2025.
17. Программа расчета гликемической нагрузки / И.С. Королева, А.С. Королев, Д.Г. Касьянов. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2025610812, 14.01.2025. Заявка № 2024692868 от 19.12.2024.
18. Рыборастительный продукт для геродиетического питания / С.В. Золотокопова, Е.Ю. Лебедева, Н.В. Ярцева, Г.А. Батраков. Патент на изобретение RU 2841773, 17.06.2025. Заявка № 2024134354 от 18.11.2024.
19. Совершенствование технологии продуктов питания специализированного назначения, обогащенных эссенциальными микроэлементами / И.С. Королева, Г.И. Касьянов, А.С. Королев, А.М. Магомедов. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2025621092, 11.03.2025. Заявка № 2025620674 от 05.03.2025.
20. Способ получения рыборастительного продукта / С.В. Золотокопова, Е.Ю. Лебедева, А.К. Байтельман, Д.В. Лебедева. Патент на изобретение RU 2845383, 18.08.2025. Заявка № 2024135374 от 26.11.2024.
21. Способ получения рыборастительных крипсов / С.В. Золотокопова, А.И. Клепиков. Патент на изобретение RU 2840540, 26.05.2025. Заявка № 2024131397 от 18.10.2024.
22. Схема «Технологические узлы подготовки и переработки орехового и зернового сырья на CO_2-экстракты и CO_2-шроты» / Г.И. Касьянов, В.Н. Савин, К.К. Филиппов, Е.В. Шейкина. Патент на промышленный образец RU 149947, 06.11.2025. Заявка № 2025502008 от 09.04.2025.
23. Схема «Экструзионный способ промышленного изготовления комбинированных снеков» / А.М. Медведев, Г.И. Касьянов, Н.Б. Савицкий, Е.В. Шейкина. Патент на промышленный образец RU 149584, 09.10.2025. Заявка № 2025501047 от 26.02.2025.
24. Схема «Этапы производства рыборастительного паштета» / Г.И. Касьянов, М.Н. Синякова. Патент на промышленный образец RU 143611, 04.09.2024. Заявка № 2024502199 от 19.04.2024.
25. Торосян Э.С. Правовые аспекты изобретательской деятельности в пищевой промышленности / Э.С. Торосян, Г.И. Касьянов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2026. – № 1. – С. 111–118.
26. Торосян Э.С. Нормативно-правовые факторы развития циркулярной экономики в РФ: Региональная проекция / Э.С. Торосян, М.В. Онищенко // Экономика устойчивого развития. – 2024. – № 3(59). – С. 181–184.
27. Шейкина Е.В. Экономическая эффективность комбинированных мясорастительных продуктов с антиоксидантными свойствами / Е.В. Шейкина, Г.И. Касьянов, Н.Л. Жизневская // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 4. – С. 114–122.
28. Шипулин В.И. Основы проектирования качества продуктов из агропищевого сырья / В.И. Шипулин, Д.Г. Касьянов, Э.С. Торосян // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2026. – № 1. – С. 147–155.
29. Проблемы и перспективы развития экономики замкнутого цикла в Краснодарском крае: опыт эмпирического исследования / К.В. Ячменник [и др.] // В сборнике: Национальные эколого-экономические и социальные интересы в эпоху больших вызовов. Материалы XVIII Международной научно-практической конференции Российского общества экологической экономики (РОЭЭ). – Апатиты, 2025. – С. 126–129.
30. Afrah Maktoof, Roaa Elkheralla, Saleem Ethaib Identifying the nutritional composition of fish waste, bones, scales, and fins //June 2020 IOP Conference Series Materials Science and Engineering 871(1):012013. DOI:10.1088/1757-899X/871/1/012013

References

1. Implementation of the principles of a closed cycle economy in the fishery complex of the Russian Federation as a necessary element in achieving national goals / A.M. Avdonina [et al.] // Proceedings of VNIRO. – 2022. – P. 170–177.
2. Antipova L.V. Composition, properties and technological solutions for the rational use of new raw materials to expand the domestic market for fish products. In the collection: Food security: scientific, personnel and information support / L.V. Antipova, A.Yu. Setkova, O.P. Dvoryaninova // Collection of scientific articles and reports of the IX International Scientific and Practical Conference. – Voronezh, 2023. – P. 395–398.
3. Database of national models of implementation of the closed cycle economy / E.A. Yakovleva, M.V. Tereshina, E.S. Torosyan, T.V. Vaskevich. Certificate of registration of the RU 2025624273 database, 07.10.2025. Application № 2025623852 dated 18.09.2025.
4. Zakharenko D.S. Features of the legal protection of derivative works / D.S. Zakharenko, E.S. Torosyan // Lawyer. – 2022. – № 12. – P. 36–42.
5. Zolotokopov A.V. Technology of fish-growing bread with specified indicators of food safety. In the collection: Optimization of technological processes and the development of new, breakthrough methods for processing agri-food raw materials and aquatic biological resources / A.V. Zolotokopov, M.E. Tsibizova, S.P. Zaporozhskaya // Collection of materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 106th anniversary of the Kuban State Technological University. – Krasnodar, 2024. – P. 168–171.
6. Zolotokopov A.V. Quality design of multicomponent food systems based on waste-free technology for processing fish raw materials / A.V. Zolotokopov, M.E. Tsibizova, G.I. Kasyanov // Science. Technology. Technology (Polytechnic Bulletin). – 2025. – № 4. – P. 32–39.
7. Zolotokopova S.V. Analysis of the effect of flaxseed on the fragility of fish-growing crypts. In the collection: Modern aspects of the production and processing of agricultural products / S.V. Zolotokopova, A.I. Klepikov // Collection of articles based on the materials of the VIII International Scientific and Practical Conference dedicated to the 35th anniversary of the founding of the all-Russian public organization «Russian Engineering Academy». – Krasnodar, 2025. – P. 15–19.
8. Biotechnology of fish and fish products / G.I. Kasyanov [et al.]. – SPb. : Publishing House Lan, 2024. – 192 p.
9. Kasyanov G.I. Kuban regional branch of the Russian Engineering Academy: areas of work, key results and development vectors / G.I. Kasyanov, S.A. Udodov, E.A. Olkhovatov // Bulletin of the Russian Engineering Academy. – 2026. – № 1. – P. 160–169.
10. Kasyanov D.G. Assessment of the impact of methods of inactivation of anti-nutrient substances of cereals and beans on the nutritional value of the produced products / D.G. Kasyanov, A.V. Zolotokopov // In the collection: Modern aspects of the production and processing of agricultural products. Collection of articles based on the materials of the VIII International Scientific and Practical Conference dedicated to the 35th anniversary of the founding of the all-Russian public organization «Russian Engineering Academy». – Krasnodar, 2025. – P. 359–364.
11. Kasyanov D.G. Innovative approaches to the creation of bakery and confectionery products using fruit and vegetable cryopowders / D.G. Kasyanov, E.S. Torosyan // In the collection: Bakery, confectionery and pasta of the XXI century. Collection of materials of the IX international scientific and practical conference dedicated to the decade of science and technology. – Krasnodar, 2025. – P. 211–219.
12. Klepikov A.I. Determination of protein content in fish and vegetable crypts. In the collection: Materials of the International Scientific and Practical Conference. D.I. Mendeleev / A.I. Klepikov, S.V. Zolotokopova // Collection of articles : in 3 vol. – Tyumen, 2025. – P. 314–317.
13. Medvedev A.M. Production of breakfast cereals from combined meat and vegetable raw materials on an automated extrusion unit / A.M. Medvedev, G.I. Kasyanov, M.A. Yarenkov // Science. Technology. Technology (Polytechnic Bulletin). – 2025. – № 4. – P. 91–98.
14. Effect of plant additives on the degree of swelling of dry minced fish. In the collection: Current and innovative technologies for processing agri-food raw materials and aquatic biological resources / A.M. Medvedev [et al.] // Collection of materials materials Materials of the international scientific-practical conference. – Krasnodar, 2023. – P. 127–131.
15. Meat and vegetable pate / G.I. Kasyanov, E.A. Mazurenko, I.S. Mostovoy, N.M. Shilo. Patent for invention RU 2827211, 23.09.2024. Application № 2024107146 dated 17.04.2024.
16. Program for accounting for waste processing and disposal technologies / T.A. Prikhodko, M.V. Tereshina, E.S. Torosyan. Certificate of registration of the program for computers RU 2025683827, 08.09.2025. Application № 2025682721 dated 01.08.2025.

17. Glycemic load calculation program / I.S. Koroleva, A.S. Korolev, D.G. Kasyanov. Certificate of registration of the RU 2025610812 computer program, 14.01.2025. Application № 2024692868 dated 19.12.2024.
18. Fish-growing product for gerontological nutrition / S.V. Zolotokopova, E.Yu. Lebedeva, N.V. Yartseva, G.A. Batrakov. Patent for invention RU 2841773, 17.06.2025. Application № 2024134354 dated 18.11.2024.
9. Improving the technology of specialized food products enriched with essential trace elements / I.S. Koroleva, G.I. Kasyanov, A.S. Korolev, A.M. Magomedov. Certificate of registration of the RU 2025621092 database, 11.03.2025. Application № 2025620674 dated 05.03.2025.
20. Method for obtaining fish-growing product / S.V. Zolotokopova, E.Yu. Lebedeva, A.K. Baitelman, D.V. Lebedeva. Patent for invention RU 2845383, 18.08.2025. Application № 2024135374 dated 26.11.2024.
21. Method for production of fish-growing crypts / S.V. Zolotokopova, A.I. Klepikov. Patent for invention RU 2840540, 26.05.2025. Application № 2024131397 dated 18.10.2024.
22. Scheme «Technological units for preparation and processing of nut and grain raw materials for CO_2 extracts and CO_2-meal» / G.I. Kasyanov, V.N. Savin, K.K. Filippov, E.V. Sheikina. Patent for industrial design RU 149947, 06.11.2025. Application № 2025502008 dated 09.04.2025.
23. Scheme «Extrusion method of industrial production of combined snacks» / A.M. Medvedev, G.I. Kasyanov, N.B. Savitsky, E.V. Sheikina. Patent for industrial design RU 149584, 09.10.2025. Application № 2025501047 dated 26.02.2025.
24. Scheme «Stages of fish and vegetable pate production» / G.I. Kasyanov, M.N. Sinyakova. Patent for industrial design RU 143611, 04.09.2024. Application № 2024502199 dated 19.04.2024.
25. Torosyan E.S. Legal aspects of inventive activities in the food industry / E.S. Torosyan, G.I. Kasyanov // Science. Technology. Technology (Polytechnic Bulletin). – 2026. – № 1. – P. 111–118.
26. Torosyan E.S. Regulatory factors for the development of the circular economy in the Russian Federation: Regional projection / E.S. Torosyan, M.V. Onishchenko // Economics of sustainable development. – 2024. – № 3(59). – P. 181–184.
27. Sheikina E.V. Economic efficiency of combined meat and vegetable products with antioxidant properties / E.V. Sheikina, G.I., Kasyanov, N.L. Zhiznevskaya // Science. Technology. Technology (Polytechnic Bulletin). – 2025. – № 4. – P. 114–122.
28. Shipulin V.I. Basics of designing the quality of products from agri-food raw materials / V.I. Shipulin, D.G. Kasyanov, E.S. Torosyan // Science. Technology. Technologies (Polytechnic Bulletin), No. 1, 2026. – P. 147–155.
29. Problems and prospects for the development of a closed cycle economy in the Krasnodar Territory: experience in empirical research / K.V. Barley [et al.] // In the collection: National environmental, economic and social interests in the era of great challenges. Materials of the XVIII International Scientific and Practical Conference of the Russian Society of Environmental Economics (ROEE). – Apatity, 2025. – P. 126–129.
30. Afrah Maktoof, Roaa Elkheralla, Saleem Ethaib Identifying the nutritional composition of fish waste, bones, scales, and fins //June 2020 IOP Conference Series Materials Science and Engineering 871(1):012013. DOI: 10.1088/1757-899X/871/1/012013

УДК 613.2:613.5

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ГЕРОДИЕТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

♦♦♦♦♦

TECHNOLOGICAL METHODS FOR CREATING SPECIALIZED GERODIETIC FOOD PRODUCTS

Золотокопова Светлана Васильевна
заведующая кафедрой технологии товаров
и товароведения,
Астраханский государственный технический университет
zolotokopova@mail.ru

Касьянов Геннадий Иванович
доктор технических наук,
профессор,
Российская инженерная академия

Медведев Александр Михайлович
кандидат технических наук,
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. Выполнен обзор научно-технической и патентной литературы по проблеме создания специализированного геродиетического питания. Приведены сведения о работе Кубанской научно-педагогической школы по развитию технологии продуктов питания для людей пожилого и преклонного возраста. Материал статьи структурирован. Описаны разделы «Биотехнологические аспекты питания пожилых людей», «Конструирование специализированных продуктов питания», «Обогащение состава продуктов БАВ и БАД» и другие. В статье описана особенность научного подхода к проектированию рецептур мясорастительных продуктов геродиетического назначения. Показана пирамида геродиетического питания и сформулированы основные принципы геродиетики. Скомпонована таблица с наукоемкими данными в области разработки геродиетических продуктов.

Ключевые слова: обзор литературы, геродиетика, сбалансированное питание, кубанская научная школа, пирамида питания.

Zolotokopova Svetlana Vasilievna
Head of the Department
of Product Technology
and Commodity Science,
Astrakhan State Technical University
zolotokopova@mail.ru

Kasyanov Gennady Ivanovich
Doctor of Engineering Sciences,
Professor,
Russian Academy of Engineering

Medvedev Aleksandr Mikhailovich
Candidate of Engineering Sciences,
Kuban State Technological University

Annotation. This article reviews the scientific, technical, and patent literature on the development of specialized gerodietetic nutrition. It also provides information on the work of the Kuban Scientific and Pedagogical School on the development of food technology for the elderly. The article is structured. It covers the following sections: «Biotechnological Aspects of Nutrition for the Elderly», «Design of Specialized Food Products», «Enrichment of Food Composition with Biologically Active Substances and Dietary Supplements», and others. This article describes the specifics of a scientific approach to formulating meat-based plant-based products for gerodietetic purposes. A gerodietetic nutrition pyramid is presented and the basic principles of gerodietetics are formulated. A table with scientifically relevant data on the development of gerodietetic products is compiled.

Keywords: literature review, gerodietics, balanced nutrition, Kuban scientific school, nutrition pyramid.

Проблема старения населения имеет глобальный характер и представляет серьёзный вызов для правительств всех стран. Дисфункция органов человека с возрастом обычно приводит к проблемам с сердечно-сосудистой системой, ЖКТ и питанием. Здоровый образ жизни и рациональное питание играют ключевую роль в предупреждении неинфекционных заболеваний. Достижения аддитивного производства, включая 3D-печать, в последние годы становится инструментом разработки специализированных рецептур продуктов питания для людей пожилого и преклонного возраста, обеспечивающим персонализацию, кастомизацию и цифровизацию. Тема исследования актуальна, так как с возрастом у людей меняются потребности в пище и физиологические возможности ее приема и усвоения, поэтому разработка специализированных продуктов является перспективным направлением на стыке пищевой технологии с нутрициологией и эргономикой.

Для оценки уровня соответствия состава специализированных продуктов питания требованиям для пожилых людей, необходимо проанализировать отечественную и

зарубежную литературу по исследуемой проблеме. Большой вклад в расшифровку особенностей состава геродиетических продуктов питания внесли ученые и специалисты кубанской научно-педагогической школы. Опубликованная 25 лет назад монография на эту тему выдержала испытание временем и имеет около 1,5 тыс. ссылок [5].

На рисунке 1 показана пирамида геродиетического питания, определяющая приоритеты потребления пищевых веществ.



Рисунок 1 – Пирамида геродиетического питания

На рисунке 2 приведены основные классические принципы геродиетики, которые следует учитывать при разработке специализированных продуктов.

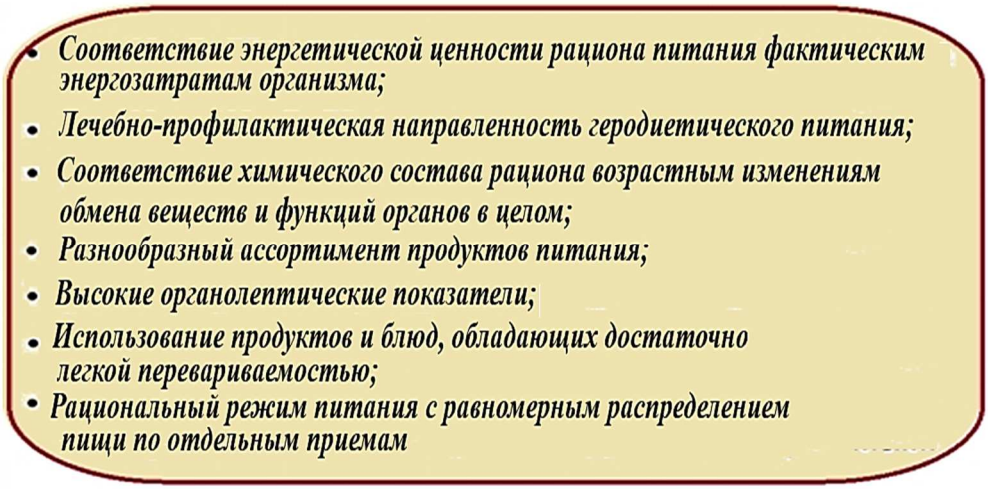


Рисунок 2 – Основные принципы геродиетики

Кратко сформулированные основные принципы геродиетики определяют направления дальнейших исследований.

Биотехнологические аспекты питания пожилых людей

Трудами многих ученых доказано, что различные стратегии модификации, включающие физические, химические и ферментативные методы, эффективно повышают растворимость, способность к гелеобразованию, эмульгирующую способность и усвояемость растительных белков, тем самым повышая их пригодность для использования в продуктах питания. Совершенствование состава продуктов специализирован-

ного назначения стало возможным благодаря использованию биотехнологических приемов. Сформулированы варианты рецептур специализированных продуктов на рыбной основе методами биотехнологической модификации [3]. Предусмотрена возможность биомодификации коллагенсодержащего мясного сырья ферментативным методом [14]. Предложен способ размягчения текстуры бургеров воздействием на сырье папаина и ферментов трансглутаминазы [31].

Предложен метод биомодификации растительных белков в продуктах для людей с дисфагией, затрудняющей проглатывание пищи и прохождение ее по пищеводу [35].

Конструирование специализированных продуктов питания

Продукты специализированного назначения должны обеспечить пожилых людей мягкой, однородной и влажной пищей, которую можно безопасно и эффективно пережевывать и проглатывать, используя такие методы, как желирование, обработка ферментами, измельчение и другие нетепловые технологии. Сотрудники Всероссийского НИИ технологии консервирования разработали режимы стерилизации сырья при производстве консервированных геродиетических продуктов [1]. Предложено рациональное сочетание животного, растительного и дигидрокверцетина при конструировании рецептур паштетов [6]. Разработана рецептура функционального продукта из комбинированного мясного сырья для геродиетического питания [7]. К особенностям создания продуктов питания геродиетического профиля относится сверхтонкое измельчение сырья в криомельнице [11].

По ранее выданной рекомендации кафедры Технологии мясных и рыбных продуктов КубГТУ, в состав специализированного продукта предложено включать геропротекторы. Присутствие в рецептуре дигидрокверцетина, олеуропеина, СО2-экстракта черного тмина и CO_2-шрота семян винограда переводит продукт в разряд лечебно-профилактических.

Благодаря использованию комплексного CO_2-экстракта организована эффективная синергетическая защита состава мясорастительного паштета от окислительной деструкции, замедляющей образование как первичных, так и вторичных продуктов перекисного окисления липидов [12]. Путем подбора компонентов сформирована рецептура продукта высокой степени готовности геродиетического предназначения [16]. Представлена последовательность технологических приемов для изготовления специализированных продуктов с антиоксидантными свойствами [17]. Зарубежные специалисты исследовали возможность использования свинины с добавлением гидроколлоида, напечатанной на 3D-принтере в качестве щадящей пищи при дисфагии [24]. Другим продуктом геродиетического назначения, напечатанного на 3D-принтере, назван гель из мякоти плодов манго [36].

Обогащение состава продуктов БАД и БАВ

В фундаментальной монографии Г.И. Касьянова, А.А Запорожского и С.Б. Юдиной предложены различные способы обогащения состава геродиетических продуктов различными добавками [5]. Узбекские специалисты разработали каши быстрого приготовления и легкие закуски, обогащенные продуктами переработки зерна бобовых культур [2]. Ливанский ученый Ибрагим Камель предложил включать в состав геродиетики иридоиды из листьев оливкового дерева, обладающим антибактериалным воздействием на грамположительные и грамотрицательные бактерии [4]. В работе [10] перечислены основные факторы внешней среды, характеризующие состояние здоровья пожилого человека: особенности роста и развития, уровень физической и умственной работоспособности, достигнутого возраста, сопротивляемости организма инфекциям и вредным факторам окружающей среды. Эффективной антиоксидантной добавкой считается комплексный CO_2-экстракт из смеси лекарственного растительного сырья, продляющий срок хранения мясорастительного паштета [13].

Описана технология производства молочных продуктов для пожилых людей, обогащенных эссенциальными макро и микроэлементами в капсулах [21]. В Краснодарском кооперативном институте разработано и предложено для внедрения предпринимателям, досье с инновационными технологиями в производстве обогащенных пи-

щевых продуктов из растительного и животного сырья [25]. Обсуждается применение технологии 3D-печати для разработки специальных специализированных геродиетических продуктов, которые легко жевать и глотать [26]. Анализируются проблемы и перспективы развития технологии 3D-печати в сфере разработки функциональных продуктов питания и специальных медицинских продуктов для пожилых людей. В целом технология 3D-печати имеет широкий спектр применения в разработке продуктов питания для пожилых людей.

Требования к реологии геродиетических продуктов

Пожилым людям нужны продукты подходящие и приемлемые по внешнему виду, вкусу, аромату и текстуры. В ряде отечественных и зарубежных публикациях перечислены продукты с измененной реологией для пожилых людей с нарушениями процессов жевания и глотания. Для изменения текстуры мяса или мясных продуктов в качестве альтернативы использовались нетермические технологии, которые позволяли избежать образования плотной мясной массы и сохранять питательные свойства модифицированных продуктов. Для изменения текстуры мяса или мясных продуктов также использовались гелеобразование, обработка ферментами, измельчение лезвием или их комбинации. Наиболее эффективным методом изменения текстуры риса считается технология нетепловой обработки, которая позволяет снизить твердость, уменьшить клейкость и упругость продукта. Даны рекомендации по разработке специализированных продуктов длительного хранения, в том числе по изменению органолептических свойств, температуры хранения, питательной ценности, усвояемости, биодоступности, типа продуктов, упаковки и доступности. В работе [19] приводятся продукты с измененной текстурой для пожилых людей, охарактеризовано их состояние, технологии и возможности использования в рационах питания людей пожилого возраста. Предложены варианты регулирования текстуры функциональных пищевых продуктов с помощью 3D-печати [29]. В работе [33] представлена разработка комбинации мяса с измененной текстурой и густого супа для пациентов с дисфагией, при которой пища должна быть однородной по консистенции и иметь плотную структуру.

Проблемы дисфагии у людей преклонного возраста

Известно, что твердая пища требует большего количества жевательных движений и времени на обработку во рту, а мягкая пища более популярна среди пожилых людей с нарушениями жевания и глотания. Сцепляемость пищи, как способность удерживать частицы пищи вместе, образует ком. Пища с низкой сцепляемостью легче распадается на фрагменты при проглатывании и может стать причиной удушья. Кроме того, продукты с высокой когезивностью с трудом проходят через гортань из-за высокой сопротивляемости растяжению, что повышает риск поперхнуться пищей. В корейской кухне известен способ изготовления модифицированного донгчими из капусты, редьки и зеленого лука легко жующегося и проглатываемого [23]. Представлены требования к текстуре загущенных жидкостей и модифицированной по текстуре пищи, для предупреждения дисфагии [27]. Разработана технология 3D-печати свежих овощей, смешанных с пищевыми гидроколлоидами, для пациентов с дисфагией [28].

Социальные аспекты индивидуализации питания для людей пожилого и преклонного возраста

Старение населения – глобальная проблема, представляющая серьезную угрозу для человечества, а старение – неизбежный биологический процесс. По оценкам Организации Объединенных Наций, к 2050 году численность пожилых людей в мире удвоится. В отличие от молодых людей, пожилые могут чаще сталкиваться с проблемами со здоровьем и питанием, в основном из-за нарушения сенсорного восприятия. Установлено, что пороговые значения для основных вкусовых ощущений, таких как сладость, солёность, кислотность и горечь, у пожилых людей примерно в 4–5 раз выше, чем у молодых. У пожилых людей хуже развиты вкусовые рецепторы и обоняние, чем у молодых, что существенно влияет на их отношение к еде. Например, пожилые люди проявляют больший интерес к продуктам с улучшенными вкусовыми и ароматическими характеристиками. Кроме того, было установлено, что люди старше 60 лет обращают больше внимания на текстуру продуктов и напитков, чем молодые. Наруше-

ния физиологических функций, вызванные старением, – распространенная проблема среди пожилых людей, особенно нарушения сенсорного восприятия. Тесная взаимосвязь между сенсорным восприятием пищи и состоянием питания указывает на важность соблюдения диеты для пожилых людей. Изменения в сенсорном восприятии у пожилых людей влияют на пищевое поведение и здоровье. Пожилым людям больше подходят мягкие, однородные и влажные продукты. Для изменения текстуры продуктов длительного хранения используются желирование и обработка ферментами. Пакетированные соусы могут удовлетворить вкусовые предпочтения пожилых людей. Как правили, люди пожилого возраста ограничены в движениях и ведут малоподвижный образ жизни [18]. Ранее выполненные исследования доказывают связь между здоровым питанием и здоровым старением. Указано на необходимость разработки новых продуктов питания с функциональными преимуществами для здоровья, специально предназначенных для удовлетворения особых потребностей пожилых потребителей и учитывающих повышенную потребность в незаменимых макро- и микроэлементах, особенно в белке, кальции, витамине D и витаминах группы B [20]. Тайландскими специалистами изучен опыт и факторы, определяющие выбор продуктов питания и пищевые привычки пожилых тайцев [22]. Результаты исследований показали, что физические, психологические и социальные факторы являются важными детерминантами выбора продуктов питания. Кроме того, было установлено, что на выбор продуктов питания влияют меняющаяся продовольственная среда и экономические факторы. Проводятся инновационные исследования, посвященные роли социальных связей в процессе старения. Сопоставимые данные клинических исследований показывают, что социальные контакты способствуют здоровому старению, и пришло время выявить причинно-следственные связи с помощью экспериментальных исследований [30]. В европейском Журнале о старении населения, перечислены аспекты, влияющие на потребление пищи, и подходы к персонализации питания у пожилых людей [32]. Представляется целесообразным рассмотреть сценарии, в зависимости от степени самостоятельности человека и наличия у него проблем с полостью рта. Такие факторы, как вес, уровень физической активности, а также потребность в большом количестве белка, оказывают существенное влияние на разработку персонализированных рецептов для пожилых людей.

Перспективы решения проблем геродиетического питания

В работе специалистов кафедры биотехнологии и продуктов питания животного происхождения КубГТУ сформулированы перспективные пути развития технологии продуктов геродиетического назначения [15]. В журнале Корейского общества по изучению дисфагии обсуждены перспективы питания пожилых людей в обществе долгожителей [34]. Китайские специалисты выполнили перспективное исследование по разнообразию рациона питания долгожителей и сформулировали принципы здорового образа жизни [37]. Изучено влияние показателя разнообразия рациона (ПРР) и потребления продуктов питания на здоровое старение. Показатели ПРР рассчитывались на основе данных о рационе питания. Показатель здорового старения (ПЗС) рассчитывался путем суммирования стандартизированных показателей физических функциональных ограничений, сопутствующих заболеваний, когнитивных функций и психологического стресса. Чем ниже показатель ПЗС, тем более здоровым является процесс старения. Выполненное исследование показало, что ПРР был обратно пропорционально связана с ПЗС. Потребление мяса животных и птицы, морепродуктов и фруктов обратно пропорционально связано с индексом гериатрического старения, и у участников с самым высоким уровнем потребления основных продуктов питания индекс гериатрического старения был выше, чем у участников с самым низким уровнем потребления. Индекс гериатрического старения обратно пропорционален хорошему качеству жизни по самооценке и прямо пропорционален плохому качеству жизни. Таким образом, потребление пищи может влиять на процесс старения, а разнообразный рацион связан с более здоровым старением у пожилых людей.

В таблице 1 приведены инновационные данные по составу, методам оценки и приемам технологической обработки.

Таблица 1 – Инновационные разработки продуктов геродиетического питания

Продукт	Ингредиенты	Метод оценки	Технология обработки	Ссылка
Консервированные продукты: овощная икра, супы-пюре, каши, кремы, соусы	Гречневая крупа, клюква, свекла, тыква	Контроль состава рецептуры, микробиология, сроки хранения	Стерилизация	Алабина [1]
Каши быстрого приготовления, кисломолочный напиток, легкие закуски	Гречиха, просо, кукуруза, рис, сорго, фасоль белая, сублимир. мясо и овощи	Содержание белка, жира, влаги. Реология, анализ текстуры, методы микробиологического контроля	Гомогенизация	Бекбулатова [2]
Комбинированные рыборастительные продукты. Рыбный суп-желе. Крипсы	Рыбный фарш, овощи, мука рыбная пищевая, CO_2-экстракт копченостей	Контроль качества сырья. содержание влаги, характеристика текстуры, оценка органолептики	Экструзия, желатинирование	Золотокопова [3]
Мясорастительные колбаски, овощемясные консервы, соусы, киббби, гануш, кебаб	Оливковое масло, CO_2-экстракты листьев оливы, баранина, козлятина	Соотношение компонентов, химический состав, органолептические свойства	Измельчение, дозирование	Ибрагим Камиль [4]
Натуральные пищевые добавки в форме CO_2-экстрактов и CO_2-шротов	Мясо животных и птиц. Плоды и овощи	Методы суб и сверх критической экстракции пряно-ароматического и лекарственного сырья	CO_2-экстракция Гелиосушка СВЧ-обработка обработка ЭМП НЧ	Касьянов [5, 6, 9, 11, 17, 18]
Мясорастительные паштеты геродиетического назначения	Мясо голубей, петушиные гребни, овощи, CO_2-экстракты	Нейросетевое моделирование	Гомогенизация, CO_2-экстракция	Саранчук [12–15]
Пищевые добавки	Белковые изоляты, ПНЖК, коллаген	Газожидкостная и тонкослойная хроматография	Желатинирование, 3D-печать	Dongbei Shen [26]

Обзор литературы позволил определить специализированное геродиетическое питание, как инструмент повышения качества жизни пожилых людей. Вклад ученых кубанской школы заключается в разработке соотношения животного и растительного сырья и исследовании свойств эффективных геропротекторов – CO_2-экстрактов из пряно-ароматического и лекарственного сырья, дигидрокверцетина, олеуропеина, эссенциальных микроэлементов. Соотношение основных пищевых и биологических компонентов должно соответствовать нормам потребности в них людей пожилого возраста МР 2.3.1.0253-21.

Заключение. Цель этого обзора – описать факторы, способствующие снижению потребления пищи, что приводит к дефициту питательных веществ и связанным с этим проблемам со здоровьем у пожилых людей, а также предложить стратегии внедрения инноваций в сфере производства продуктов питания для решения этих проблем. Исследования убедительно доказывают связь между здоровым питанием и здоровым старением. Необходимо разрабатывать новые продукты питания с функциональными преимуществами для здоровья, специально предназначенные для удовлетворения особых потребностей пожилых потребителей. При разработке продуктов питания для пожилых людей следует учитывать повышенную потребность в определенных макро- и микроэлементах, особенно в белке, кальции, витамине D и витаминах группы B. Также следует учитывать изменения в хемосенсорной чувствительности, трудности с пережевыванием пищи и сниженную или недостаточную способность к глотанию. Чтобы

компенсировать сниженный аппетит и уменьшение количества потребляемой пищи, продукты для пожилых людей должны быть высококалорийными, питательными и, что самое важное, вкусными. В этой статье рассматривается потенциал разработки новых продуктов питания для улучшения рациона и устранения дефицита питательных веществ у пожилых людей.

Литература

1. Консервированные продукты для геродиетического питания / Н.М. Алабина [и др.] // Пищевая промышленность. – 2012. – № 5. – С. 84–85.
2. Бекбулатова Е.В. Разработка продуктов питания на основе зерновых и бобовых для геродиетического питания / Е.В. Бекбулатова, Х. Хошимов // Universum: технические науки. – 2019. – № 12-2(69). – С. 12–17.
3. Золотокопова С.В. Биотехнологические принципы создания специализированных продуктов на рыбной основе / С.В. Золотокопова, М.А. Яренков // В сборнике: Инновации в индустрии питания и сервисе. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию кафедры общественного питания и сервиса и в рамках Десятилетия науки и технологий. – Краснодар, 2025. – С. 322–324.
4. Ибрагим Камель Дауд. Разработка технологии комплексной переработки плодов и листьев оливкового дерева для создания новых продуктов геродиетического питания : автореф. дис. … на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Краснодар : КубГТУ, 2005. – 24 с.
5. Касьянов Г.И. Технология продуктов питания для людей пожилого и преклонного возраста / Г.И. Касьянов, А.А. Запорожский, С.Б. Юдина. – Ростов-н/Д. : Издательский центр МарТ, 2001. – 192 с.
6. Касьянов Г.И. Использование растительного сырья и БАВ в конструировании рецептур мясорастительных паштетов / Г.И. Касьянов, И.С. Мостовой // Мичуринский агрономический вестник. – 2023. – № 4. – С. 23–26.
7. Функциональный продукт из комбинированного сырья животного происхождения для геродиетического питания / С.Ю. Лескова [и др.] // Вестник МГТУ. – 2024. – Т. 27. – № 2. – С. 214–228. DOI: https://doi.org/10.21443/1560-9278-2024-27-2-214-228
8. Изучение функционально-технологических свойств мясорастительного продукта для геродиетического питания / Е.Ю. Осипенко [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2024. – № 6(66).
9. Патент РФ на изобретение № 2864805. Способ получения безалкогольных напитков на основе мякоти хурмы / Э.С. Торосян, А.П. Клечкина, Г.И. Касьянов, ДГ. Касьянов. Заявка № 2025121837/10(051349). Заявлен 07.08.2025, опубликован 29.06.2026. Бюл. № 19.
10. Особенности геродиетического питания / В.В. Прокопенко [и др.] // Colloquium-Journal. – 2021. – № 1-1(88). – С. 68–70.
11. Ревенко М.Г. Особенность создания продуктов геродиетического профиля. В сборнике: актуальные и инновационные технологии переработки агропищевого сырья и водных биологических ресурсов / М.Г. Ревенко, И.Е. Сязин, Г.И. Касьянов // Сборник материалов Материалы международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2023. – С. 107–110.
12. Саранчук П.П. Моделирование рецептуры мясорастительного паштета для геродиетического питания / П.П. Саранчук, А.А. Запорожский // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2026. – № 1. – С. 97–102.
13. Саранчук П.П. Применение комплексного CO_2-экстракта в качестве природного антиоксиданта в мясорастительных паштетах геродиетического назначения / П.П. Саранчук, А.А. Запорожский // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2025. – № 4. – С. 43–49.
14. Биомодификация коллагенсодержащего сырья для повышения его усвояемости в рационе пожилых людей / П.П. Саранчук [и др.] // Вестник Международной академии холода. – 2026. – № 1. – С. 55–61.
15. Саранчук П.П. Перспективность геродиетических продуктов и функционального питания / П.П. Саранчук, А.А. Запорожский, А.А. Шебзухов // Пищевая промышленность. – 2025. – № 11. – С. 192–195.
16. Обоснование выбора ингредиентов и формирование рецептур для продукта высокой степени готовности для геродиетического питания / С.В. Фелик [и др.] // Пищевая промышленность. – 2023. – № 9. – С. 122–127.
17. Фомин С.В. Схема «Последовательность технологических операций изготовления продуктов с антиоксидантными свойствами» / С.В. Фомин, Г.И. Касьянов // Патент на промышленный образец RU 141179, 26.03.2024. Заявка № 2023506233 от 13.12.2023.

18. Шейкина Е.В. Особенности образа жизни и рациона питания людей интеллектуального труда и ведущих малоподвижный образ жизни / Е.В. Шейкина, В.Н. Савин, Г.И. Касьянов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 2. – С. 188–196.
19. Aguilera H.M. Texture-modified foods for older adults: status, technologies, and opportunities / H.M. Aguilera, D.J. Park // Trends Food Sci. Technol. – 2016. – № 57. – P. 156–164. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.10.001
20. How to reduce nutrient deficiencies and improve health in older adults: the role of food innovations? / S. Baugriet [et al.] // J. Food Sci. – 2017. – № 82(4). – P. 848–855. DOI: 10.1111/1750-3841.13674
21. Bum-Keun Kim. Application of Dairy Food Processing Technology Supplemented with Enriched-nutrients for the Elderly: II. The Applicable Technology of Carefoods for the Elderly. December 2019 // Journal of Milk Science and Biotechnology. – 2019 – № 37(4). – P. 213–222. DOI: 10.22424/jmsb.2019.37.4.213
22. Exploring the experience and determinants of the food choices and eating practices of elderly Thai people: a qualitative study / C. Chalermsri [et al.] // Nutrients. – 2020. – № 12(11). – P. 1–16. DOI: 10.3390/nu12113497
23. Preparation of easily chewable and swallowable texture-modified Dongchimi / Chun Y.G. [et al.] // Food Sci. Biotechnol. – 2020. – № 29(5). P. 651–655. DOI: 10.1007/s10068-019-00716-3
24. Feasibility study of hydrocolloid incorporated 3D printed pork as dysphagia food. Food Hydrocolloids / Dick A. [et al.]. – 2020. – 107 p. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2020.105940
25. Derenkova I.A. Breakthrough Technologies in the Production of Enriched Food Products from Plant and Animal Raw Materials The Role of Entrepreneurship in Resolving Modern Global Economic Problems: A Systemic Review Book Chapter / I.A. Derenkova, G.I. Kasyanov, N.V. Chernyavskaya. – 2025. DOI: 10.1142/9789819815913_0003
26. Dongbei Shen. Food Additives Manufacturing Processing for Elderly: Advancements, Issues, Prospective Solutions, and Future Direction. February 2024. Food and Bioprocess Technology. – 2024. – № 17(10). – P. 2998–3016. DOI:10.1007/s11947-024-03331-1
27. Hadde E.K. Texture and texture assessment of thickened fluids and texture-modified food for dysphagia management. J. Texture Stud. / E.K. Hadde, J. Chen. – 2020. – 12567 p. DOI: 10.1111/jtxs.12567
28. 3D food printing of fresh vegetables using food hydrocolloids for dysphagic patients. Food Hydrocolloids / A. Pant [et al.]. – 2021. – № 114(1). DOI: 10.1016/j.foodhyd.2020.106546
29. Pereira T. Food texture design by 3D printing: a Review. Foods / T. Pereira, S. Barroso, M. Gil. – 2021. DOI: 10.3390/foods10020320
30. Quigley T.P. Social modulation of aging: mechanisms, ecology, and evolution. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. / T.P. Quigley, G.W. Amdam. – 2021. – № 376(1823). – 20190738 p. DOI: 10.1098/rstb.2019.0738
31. Interaction between papain and transglutaminase enzymes on the textural softening of burgers / W.O. Ribeiro [et al.] // Meat Sci. – 2021 – № 174(4). DOI: 10.1016/j.meatsci.2020. 108421
32. Aspects influencing food intake and approaches towards personalising nutrition in the elderly / A. Rusu [et al.] // J. Popul. Ageing. – 2020. – № 13(2). – P. 239–256. DOI: 10.1007/s12062-019-09259-1
33. Development of Texture-Modified Meat and Thickened Soup Combination for Oral Dysphagia Patients with Uniform Firmness and Solid Appearance / Sergio Hernández [et al.] // Foods. – 2025. – № 14(14). – 2462 p. – URL : https://doi.org/10.3390/foods14142462
34. Shin W.S. Future perspective of the elderly food in a super-aged society. J. Kor. Dysphagia Soc. – 2021. – № 11(1). – P. 1–8.
35. Wenyan Wang. Applications of modified plant proteins in dysphagia-friendly foods. Food Chem X. / Wenyan Wang, Xiaoyan Qin, Zhilong Chen. – 2025. Oct 10:31:103145. DOI: 10.1016/j.fochx. 2025.103145
36. Yang F. Effect of post-treatment microwave vacuum drying on the quality of 3D-printed mango juice gel / F. Yang, M. Zhang, Y. Liu. Dry. Technol. – 2019. – № 37(14). – P. 1757–1765.
37. Zhang J. Dietary diversity and healthy aging: a prospective study. Nutrients / J. Zhang, A. Zhao. – 2021. – № 13(6):1787. DOI: 10.3390/nu13061787

References

1. Canned products for gerontological nutrition / N.M. Alabina [et al.] // Food industry. – 2012. – № 5. – P. 84–85.
2. Bekbulatova E.V. Development of food products based on grain and legumes for gerontological nutrition / E.V. Bekbulatova, H. Khoshimov // Universum: technical sciences. – 2019. – № 12-2(69). – P. 12–17.

3. Zolotokopova S.V. Biotechnological principles for creating specialized fish-based products. In the collection: Innovations in the food industry and service / S.V. Zolotokopova, M.A. Yarenkov // Collection of materials of the VI International Scientific and Practical Conference dedicated to the 40th anniversary of the Department of Public Catering and Service and within the framework of the Decade of Science and Technology. – Krasnodar, 2025. – P. 322–324.
4. Ibrahim Kamel Daoud. Development of technology for integrated processing of olive tree fruits and leaves to create new products of gerontological nutrition. Abstract of the dissertation for the degree of candidate of technical sciences. – Krasnodar : KubGTU, 2005. – 24 p.
5. Kasyanov G.I. Food technology for the elderly and elderly / G.I. Kasyanov, A.A. Zaporozhsky, S.B. Yudina. – Rostov-on/D. : MarT Publishing Center, 2001. – 192 p.
6. Kasyanov G.I. Use of plant materials and BAVs in the design of meat and vegetable pate formulations / G.I. Kasyanov, I.S. Mostovoy // Michurinsky Agronomic Bulletin. 2023. № 4. – P. 23–26.
7. Functional product of combined raw materials of animal origin for gerontological nutrition / S.Yu. Leskova [et al.] // Bulletin of MSTU. – 2024. – Vol. 27. – № 2. – P. 214–228. DOI: https://doi.org/10.21443/1560-9278-2024-27-2-214-228
8. Osipenko E.Yu. Study of the functional and technological properties of a meat and vegetable product for gerontological nutrition // AgroEcoInfo. – 2024. – № 6(66).
9. Patent of the Russian Federation for the invention. Production method of soft drinks based on persimmon pulp / E.S. Torosyan, A.P. Klechkina, G.I. Kasyanov, D.G. Kasyanov. Application № 2025121837/10 (051349) Application submission date 07.08.2025.
10. Features of gerontological nutrition / V.V. Prokopenko [et al.] // Colloquium-Journal. – 2021. – № 1-1(88). – P. 68–70.
11. Revenko M.G. The peculiarity of creating products of a gerontological profile. In the collection: current and innovative technologies for processing agri-food raw materials and aquatic biological resources / M.G. Revenko, I.E. Syazin, G.I. Kasyanov // Collection of materials materials Materials of the international scientific-practical conference. – Krasnodar, 2023. – P. 107–110.
12. Saranchuk P.P. Modeling the recipe of meat and vegetable pate for gerontological nutrition / P.P. Saranchuk, A.A. Zaporozhsky // News of higher educational institutions. Food technology. – 2026. – № 1. – P. 97–102.
13. Saranchuk P.P. The use of a complex CO_2-extract as a natural antioxidant in gerontological meat and vegetable pates / P.P. Saranchuk, A.A. Zaporozhsky // Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products. – 2025. – № 4. – P. 43–49.
14. Biomodification of collagen-containing raw materials to increase its digestibility in the diet of the elderly / P.P. Saranchuk [et al.] // Bulletin of the International Academy of Cold. – 2026. – № 1. – P. 55–61.
15. Saranchuk P.P. The prospects of gerontological products and functional nutrition / P.P. Saranchuk, A.A. Zaporozhsky, A.A. Shebzukhov // Food industry. – 2025. – № 11. – P. 192–195.
16. Justification of the choice of ingredients and the formation of formulations for a high-availability product for gerontological nutrition / S.V. Felik [et al.] // Food industry. – 2023. – № 9. – P. 122–127.
17. Fomin S.V. Scheme «Sequence of technological operations for the manufacture of products with antioxidant properties» / S.V. Fomin, G.I. Kasyanov // Patent for industrial design RU 141179, 26.03.2024. Application № 2023506233 dated 13.12.2023.
18. Sheikina E.V. Features of the lifestyle and diet of people of intellectual labor and leading a sedentary lifestyle / E.V. Sheikina, V.N. Savin, G.I. Kasyanov // Science. Technology. Technology (Polytechnic Bulletin). – 2025. – № 2. – P. 188–196.
19. Aguilera H.M. Texture-modified foods for older adults: status, technologies, and opportunities / H.M. Aguilera, D.J. Park // Trends Food Sci. Technol. – 2016. – № 57. – P. 156–164. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.10.001
20. How to reduce nutrient deficiencies and improve health in older adults: the role of food innovations? / S. Baugriet [et al.] // J. Food Sci. – 2017. – № 82(4). – P. 848–855. DOI: 10.1111/1750-3841.13674
21. Bum-Keun Kim. Application of Dairy Food Processing Technology Supplemented with Enriched-nutrients for the Elderly: II. The Applicable Technology of Carefoods for the Elderly. December 2019 // Journal of Milk Science and Biotechnology. – 2019 – № 37(4). – P. 213–222. DOI: 10.22424/jmsb.2019.37.4.213
22. Exploring the experience and determinants of the food choices and eating practices of elderly Thai people: a qualitative study / C. Chalermsri [et al.] // Nutrients. – 2020. – № 12(11). – P. 1–16. DOI: 10.3390/nu12113497

23. Preparation of easily chewable and swallowable texture-modified Dongchimi / Chun Y.G. [et al.] // Food Sci. Biotechnol. – 2020. – № 29(5). P. 651–655. DOI: 10.1007/s10068-019-00716-3
24. Feasibility study of hydrocolloid incorporated 3D printed pork as dysphagia food. Food Hydrocolloids / Dick A. [et al.]. – 2020. – 107 p. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2020.105940
25. Derenkova I.A. Breakthrough Technologies in the Production of Enriched Food Products from Plant and Animal Raw Materials The Role of Entrepreneurship in Resolving Modern Global Economic Problems: A Systemic Review Book Chapter / I.A. Derenkova, G.I. Kasyanov, N.V. Chernyavskaya. – 2025. DOI: 10.1142/9789819815913_0003
26. Dongbei Shen. Food Additives Manufacturing Processing for Elderly: Advancements, Issues, Prospective Solutions, and Future Direction. February 2024. Food and Bioprocess Technology. – 2024. – № 17(10). – P. 2998–3016. DOI:10.1007/s11947-024-03331-1
27. Hadde E.K. Texture and texture assessment of thickened fluids and texture-modified food for dysphagia management. J. Texture Stud. / E.K. Hadde, J. Chen. – 2020. – 12567 p. DOI: 10.1111/jtxs.12567
28. 3D food printing of fresh vegetables using food hydrocolloids for dysphagic patients. Food Hydrocolloids / A. Pant [et al.]. – 2021. – № 114(1). DOI: 10.1016/j.foodhyd.2020.106546
29. Pereira T. Food texture design by 3D printing: a Review. Foods / T. Pereira, S. Barroso, M. Gil. – 2021. DOI: 10.3390/foods10020320
30. Quigley T.P. Social modulation of aging: mechanisms, ecology, and evolution. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. / T.P. Quigley, G.W. Amdam. – 2021. – № 376(1823). – 20190738 p. DOI: 10.1098/rstb.2019.0738
31. Interaction between papain and transglutaminase enzymes on the textural softening of burgers / W.O. Ribeiro [et al.] // Meat Sci. – 2021 – № 174(4). DOI: 10.1016/j.meatsci.2020. 108421
32. Aspects influencing food intake and approaches towards personalising nutrition in the elderly / A. Rusu [et al.] // J. Popul. Ageing. – 2020. – № 13(2). – P. 239–256. DOI: 10.1007/s12062-019-09259-1
33. Development of Texture-Modified Meat and Thickened Soup Combination for Oral Dysphagia Patients with Uniform Firmness and Solid Appearance / Sergio Hernández [et al.] // Foods. – 2025. – № 14(14). – 2462 p. – URL : https://doi.org/10.3390/foods14142462
34. Shin W.S. Future perspective of the elderly food in a super-aged society. J. Kor. Dysphagia Soc. – 2021. – № 11(1). – P. 1–8.
35. Wenyan Wang. Applications of modified plant proteins in dysphagia-friendly foods. Food Chem X. / Wenyan Wang, Xiaoyan Qin, Zhilong Chen. – 2025. Oct 10:31:103145. DOI: 10.1016/j.fochx. 2025.103145
36. Yang F. Effect of post-treatment microwave vacuum drying on the quality of 3D-printed mango juice gel / F. Yang, M. Zhang, Y. Liu. Dry. Technol. – 2019. – № 37(14). – P. 1757–1765.
37. Zhang J. Dietary diversity and healthy aging: a prospective study. Nutrients / J. Zhang, A. Zhao. – 2021. – № 13(6):1787. DOI: 10.3390/nu13061787

УДК 664.3:662.767

ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ЭКСТРАКЦИИ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ СЖИЖЕННЫМИ УГЛЕВОДОРОДНЫМИ ГАЗАМИ

♦♦♦♦♦

ADVANCES IN THE FIELD OF EXTRACTION OF VALUABLE COMPONENTS FROM PLANT RAW MATERIALS BY LIQUEFIED HYDROCARBON GASES

Золотокопов Андрей Владимирович
соискатель кафедры технологии товаров и товароведения,
Астраханский государственный технический университет

Касьянов Геннадий Иванович
доктор технических наук,
профессор,
Российская инженерная академия

Медведев Александр Михайлович
кандидат технических наук,
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. Выполнен обзор исследований в области экстракции ценных компонентов из растительного сырья сжиженными газами. Определена возможность расширения перечня сжиженных газов, пригодных для использования в качестве экстрагентов ценных компонентов из растительного сырья. Описаны свойства диметилового эфира высокой чистоты, выпускаемого нижегородской фирмой «Аэрозолекс». Цель работы – проанализировать современные достижения в области газожидкостной экстракции и наметить перспективы дальнейших исследований. Представлены графики зависимости давления от температуры бутана, диметилового эфира и пропана. Обсуждена схема извлечения ценных компонентов из сырья диметиловым эфиром.

Ключевые слова: бутан, диметиловый эфир, пропан, экстрагенты, структурные схемы.

Andrey Vladimirovich Zolotokopov
candidate of the Department of Product Technology and Commodity Science, Astrakhan State Technical University

Kasyanov Gennady Ivanovich
Doctor of Engineering Sciences,
Professor,
Russian Academy of Engineering

Medvedev Aleksandr Mikhailovich
Candidate of Engineering Sciences,
Kuban State Technological University

Annotation. This paper reviews research on the extraction of valuable components from plant materials using liquefied gases. The possibility of expanding the range of liquefied gases suitable for use as extractants for valuable components from plant materials is determined. The properties of high-purity dimethyl ether produced by the Nizhny Novgorod company Aerozoleks are described. The aim of this paper is to analyze current advances in gas-liquid extraction and outline prospects for further research. Graphs of pressure versus temperature for butane, dimethyl ether, and propane are presented. A process for extracting valuable components from raw materials using dimethyl ether is discussed.

Keywords: butane, dimethyl ether, propane, extractants, structural diagrams.

Основные научные и практические результаты в области экстракции ценных компонентов из растительного сырья жидким и сверхкритическим диоксидом углерода связаны с деятельностью Кубанской научно-педагогической школой «Теория и практика обработки сельскохозяйственного сырья сжиженными и сжатыми газами» [4, 12]. Такая школа сейчас работает под эгидой Российской инженерной академии. Возможности до и сверхкритической CO_2-экстракции далеко не исчерпаны и все еще продолжаются. Ожидается, что в будущем эту технологию можно будет постоянно совершенствовать и оптимизировать как в лабораторных, так и в промышленных масштабах, а также расширить спектр ее применения на различные природные ресурсы.

В последние годы появилась информация о возможности использования углеводородных газов в качестве экстрагентов эфирных и жирных масел из растительного сырья [2,5]. Установлено, что при переработке нефтегазового сырья можно получать компоненты с высокими экстрагирующими свойствами [1, 6, 21]. Особое внимание исследователей привлекли свойства диметилового эфира, позволяющего извлекать из растительного сырья не только липиды, но и часть водорастворимых веществ [3, 19, 20]. Такие преимущества объясняются тем, что диметилэфир содержит в своей молекуле кислород, легко сжижается при давлении 0,5 МПа и частично растворяется в этиловом спирте и воде.

Выбор растворителя для извлечения ценных компонентов во многом зависит от их состава и содержания в исходном сырье [7, 18]. Например, если для обработки сухого масличного сырья пригоден липофильный экстрагент, то для сухих плодов облепихи нужен комплексный растворитель.

В работах сотрудников КубГАУ обоснована целесообразность использования для функциональнх напитков и десертов водо и жирорастворимые компоненты [8, 9]. Сотрудники КубГТУ получили патенты на промышленные образцы линий, узлов и установок для получения ценных компонентов из зернового, масличного и орехового сырья сжиженными газами [10–14]. Ранее, сотрудники ВНИИКОП получили патент на получение экстракта из плодовых выжимок под воздействием микроволновой энергии [15]. Продемонстрирована эффективность использования бинарных растворителей в системе «пропан-н-гексан», «пропан-н-гептан» по уравнению состояния Пенга [16]. Специалисты из Минска (Беларусь) и Краснодара (Россия) предложили ряд технологических приемов для переработки семян дыни с помощью сжиженных газов [17].

Из выполненного обзора научно-технической и патентной литературы можно сделать вывод об уровне достижений разработчиков в области экстракции ценных компонентов из растительного сырья сжиженными углеводородными газами. Цель работы – проанализировать современные достижения в области подбора растворителей для газожидкостной экстракции и наметить перспективы дальнейших исследований.

Как видно из выполненного обзора исследований в области экстракции ценных компонентов из растительного сырья сжиженными газами, наибольшее применение в качестве экстрагента БАВ получил диоксид углерода, в жидком и флюидном состоянии [4]. Экстракционные цеха по выпуску CO_2-экстрактов действуют в Краснодаре, Белгороде, Казани, Ростове-на-Дону, Нижнем Новгороде, Томске, г. Дедовске Московской обл., г. Пушкино Московской обл., г. Березовском Свердловской обл. Наиболее известным предприятием по производству CO_2-экстрактов является экстракционный завод ООО «Компания Караван» в Краснодаре. Организовал предприятие и долгие годы его развивал, и совершенствовал большой энтузиаст и предприниматель Н.Н. Латин. Сейчас это предприятие возглавляет его дочь О.Н. Стасьева.

Однако, в докритическом, жидком состоянии CO_2 под давлением до 7 МПа не полностью извлекает из сырья липидные вещества, а работа в сверхкритическом, флюидном состоянии происходит под очень большим давлением до 60 МПа и требует сложного аппаратурного оформления. Краснодарские ученые и специалисты предложили использовать в качестве экстрагента бинарный растворитель: Углеводородные газы – CO_2 [5].

Использование в экстракционной отрасли промышленности углеводородных газов, относится к категории «зелёных» технологий, направленных на применении в промышленности более безопасных растворителей. Чтобы пропан-бутановая смесь была в жидком состоянии, ей нужно создать давление насыщенных паров 1,6 МПа. Для пропана, с формулой CH_3-O-CH_3, при давлении 0,1 МПа плотность составит 584 кг/м^3, $t_{кип}$ –42,1 °С, $t_{крит}$ +95,7 °С. Рисунок 1 иллюстрирует зависимость давления от температуры углеводородных газов ДМЭ, пропана и бутана.

На графике виден более крутой рост зависимости давления от температуры для диметилового эфира. Для паров бутана отмечен более пологий рост кривой давления от температуры. Давление паров разных углеводородных газов имеет разные значения. Например, при 20 °С более высокое давление паров отмечено у пропана –0,95 МПа, а у диметилового эфира – 0,59 МПа.

Из данных графика видно, что при соответствующем давлении все три газа можно перевести в жидкое состояние.

Важным термодинамическим свойством бутана и пропана, как экстрагентов, является наличие паровой фазы над поверхностью жидкой фазы.

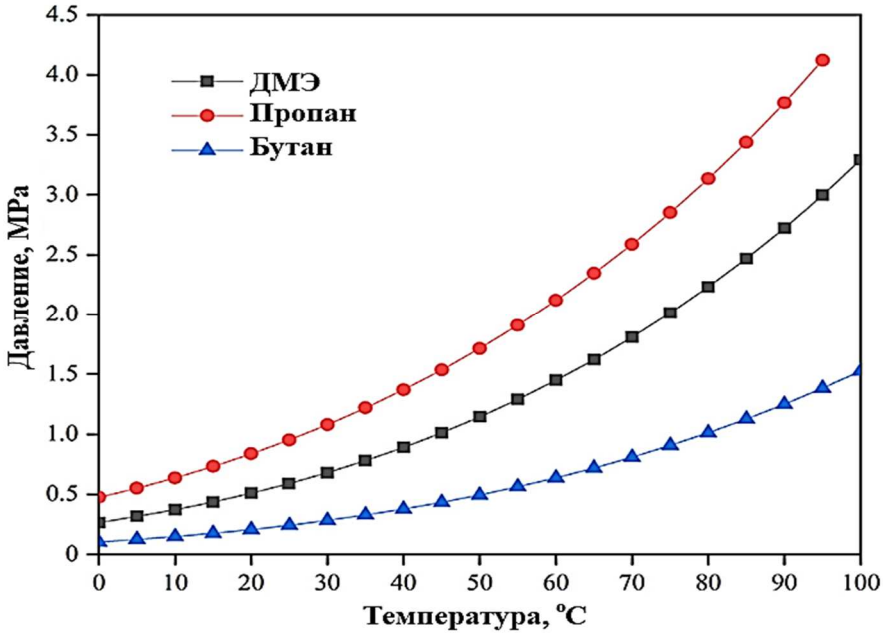


Рисунок 1 – Зависимость давления от температуры ДМЭ, пропана и бутана

В таблице 1 представлена физико-химическая характеристика углеводородных газов.

Таблица 1 – Физико-химическая характеристика углеводородных газов

Свойства углеводородных газов	Бутан	ДМЭ	Пропан
Точка кипения, °С	-0,5	-24,9	-42,1
Упругость паров при 20 °С, атм	2,1	5,1	8,4
Вязкость жидкой фазы, сантипуаз	0,18	0,15	0,10
Плотность жидкости при 20 °С, кг/м^3	610	668	501
Относительная плотность (по воздуху)	2,01	1,59	1,52
Растворимость в воде, г/л	0,39	70	0,12
Теплотворная способность, МДж/кг	45,74	28,43	46,36
Пределы взрываемости, объем, %	1,9-8,47	3,4-17	2,1-9,4
Температура самовоспламенения, °С	365	235	470

Как видно из данных таблицы, диметиловый эфир как экстрагент, имеет ряд преимуществ по сравнению с бутаном и пропаном. Главным преимуществом является наличие в молекуле ДМЭ кислорода, что позволяет извлекать из сырья водорастворимые соединения.

В более узком диапазоне различие в свойствах пропана и бутана проявляются ярче. В качестве примера рассмотрим эту зависимость на рисунке 2.

Если сравнить давление насыщенных паров бутана и пропана, то выяснится, что у бутана при 0 °С давление пара будет равно атмосферному, при 15 °С = 0,17 МПа, а у пропана при 0 °С давление составит 0,59 МПа и 0,9 МПа при 15 °С. Это обстоятельство следует учитывать при составлении бинарных смесей растворителей.

Эти два газа (пропан и бутан) различаются между собой температурой кипения, при которой они переходят из жидкого в газообразное состояние. Пропан перестает переходить в газ и остается в жидком состоянии при температуре –43 °С, а для бутана эта температура равна 0 °С.

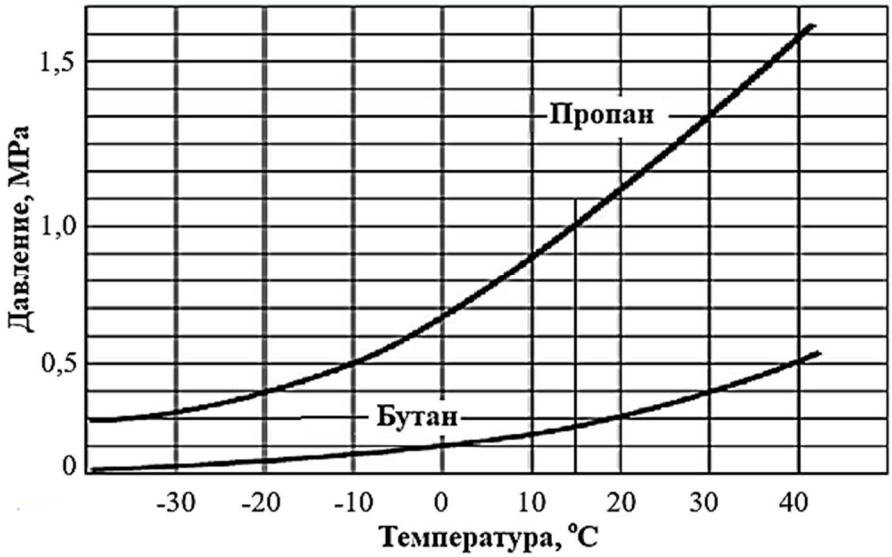


Рисунок 2 – Зависимость давления насыщенных паров пропана и бутана от температуры

Диметиловый эфир как экстрагент.

Вероятно, наиболее перспективным экстрагентом БАВ из растительного сырья в ближайшие годы будет диметиловый эфир (ДМЭ). В промышленных масштабах его поставляет фирма «Аэрозолекс» из г. Дзержинска, Нижегородской области. ДМЭ обладает множеством особых свойств, которые делают его подходящим для экстракции. Экстракция с использованием сжиженного ДМЭ имеет множество преимуществ и обладает высоким рыночным потенциалом. С помощью сжиженного ДМЭ можно извлекать воду, липиды/масла и отдельные компоненты из различных природных ресурсов. Технология использования сжиженного ДМЭ постоянно совершенствуется и оптимизируется как в лабораторных, так и в промышленных условиях. Выполнены исследования по технологиям экстракции с использованием чистого сжиженного ДМЭ [3, 5, 19]. В этих обзорах собраны ценные работы, посвященные технологиям экстракции с использованием чистого сжиженного диметилового эфира (ДМЭ) в качестве органического растворителя. На рисунке 3 представлена структурная схема извлечения компонентов из сырья диметиловым эфиром.

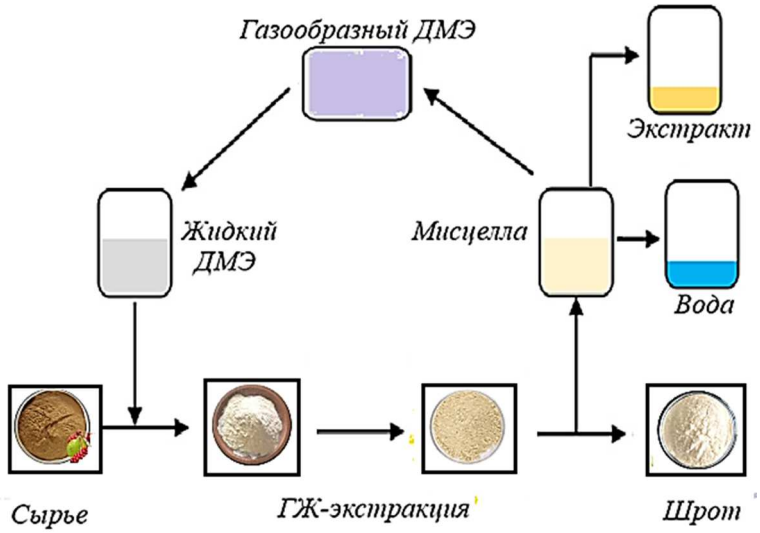


Рисунок 3 – Структурная схема извлечения компонентов из сырья диметиловым эфиром

ДМЭ – это бесцветный газ со слабым запахом, напоминающим запах эфира, при комнатной температуре и давлении [19]. Благодаря особым свойствам, таким как

высокая способность к экстракции органических соединений и воды, высокая скорость экстракции, низкая цена, пониженная температура экстракции. Таким образом, диметиловый эфир как экстрагент, имеет множество преимуществ и может стать конкурентоспособным на рынке. С другой стороны, были выявлены недостатки такой технологии, в основном связанные с пожароопасностью, потерей растворителя и невозможностью масштабного применения.

Сформулируем преимущества использования ДМЭ как экстрагента:

- Высокая экстракционная способность к извлечению высокомолекулярных органических соединений. Из-за наличия в молекуле ДМЭ кислорода, он в отличие от бутана и пропана проявляет полярные свойства;
- Обладая способностью извлекать из растительного сырья липофильные и липофобные соединения ДМЭ позволяет получать комплексные экстракты;
- Имея высокую скорость экстракции и высокое химическое сродство с извлекаемыми веществами, сжиженный ДМЭ позволяет организовывать быстроокупаемые экстракционные предприятия.

Экстракция другими сжиженными нефтяными газами представляет собой новую экологичную технологию, которая обладает значительными преимуществами при извлечении природных липофильных соединений, в том числе высокой эффективностью экстракции, возможностью работы при низких температурах, минимальным остатком растворителя, простотой регенерации растворителя, низким энергопотреблением, экологичностью и экономической целесообразностью. В перспективе предстоит проанализировать безопасность, экологичность и промышленный потенциал новой технологии.

Сжиженный нефтяной газ (состоящий в основном из пропана и бутана) обеспечивает эффективную экстракцию при низком давлении (0,5–3,5 МПа) и низкой температуре (20–40 °С) благодаря низкой полярности, низкой температуре кипения и высокой диффузионной способности. По сравнению с экстракцией сверхкритическим CO_2, использование сжиженного нефтяного газа снижает затраты на оборудование на 30–50 % и энергопотребление на 40 %. По сравнению с н-гексаном сжиженный нефтяной газ обладает меньшей токсичностью и оставляет минимальное количество остатков растворителя. Несмотря на то, что сжиженный нефтяной газ ограничен в применении при экстракции полярных соединений, его можно использовать в других случаях, добавив модификаторы полярности (например, этанол) или оптимизировав параметры процесса (например, температуру и давление). Будущие исследования должны быть направлены на разработку методов снижения пожаро и взрывоопасности нефтяных газов, например, за счет создания бинарных экстрагентов: Углеводородные газы/Диоксид углерода.

Выводы. Выполненный обзор научно-технической литературы позволил выявить основные преимущества экстракции ценных компонентов из растительного сырья сжиженными углеводородными газами. Проанализированы термодинамические и экстракционные свойства сжиженных бутана, диметилового эфира и пропана. Представлена структурная схема извлечения компонентов из сырья диметиловым эфиром.

Литература

1. Гумеров Ф.М. Технология утилизации нефтяных шламов с использованием жидкостной и сверхкритической флюидной экстракции с пропан-бутановым экстрагентом / Ф.М. Гумеров, М.И. Фарахов, В.Ф. Хайрутдинов // Теоретические основы химической технологии. – 2017. – Т. 51. – № 6. – С. 629–636.
2. Пути использования углеводородных газов в качестве растворителей / Г.И. Касьянов [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – 2023. – № 12(138). – 10 с. – URL : https://research-journal.org/archive/12-138-2023-december/10.23670/IRJ.2023.138.179. DOI: 10.23670/IRJ.2023.138.179
3. Касьянов Г.И. Перспективы использования жидкого диметилового эфира как экстрагента / Г.И. Касьянов, И.В. Кисурин, И.Л. Евсеева // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 1. – С. 79–89.
4. Касьянов Г.И. Феноменальные свойства жидкого и флюидного диоксида углерода как растворителя / Г.И. Касьянов, И.Е. Сязин, А.В. Гукасян // В сборнике: Оптимизация технологи-

ческих процессов и разработка новых, прорывных способов переработки агропищевого сырья и водных биологических ресурсов. Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 106-годовщине Кубанского государственного технологического университета. – Краснодар, 2024. – С. 84–88.
5. Касьянов Г.И. Сжиженные углеводородные газы как экстрагенты БАВ / Г.И. Касьянов, Фанди Ахмад // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2026. – № 1. – С. 37–44.
6. Косарева М.А. Основные технологии переработки нефтегазового сырья : учебное пособие / М.А. Косарева, С.Г. Стахеев, Н.А.; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2022. – 110 с.
7. Лукашов Р.И. Влияние природы и концентрации экстрагентов на извлечение флавоноидов из травы Золотарника канадского // Химия растительного сырья. – 2018. – № 4. – С. 113–123.
8. Инновационные решения в производстве функциональных пищевых продуктов / И.В. Соболь [и др.] // Новые технологии. – 2025. – № 21(4). – С. 111–119.
9. Соболь И.В. Научное обоснование и разработка технологий функциональных продуктов питания с применением биодобавок / И.В. Соболь, Н.В. Кенийз, А.А. Варивода. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. – 100 с.
10. Схема «Линия производства сухих завтраков из комбинированного мясорастительного сырья» / Г.И. Касьянов, А.М. Медведев. Патент на промышленный образец RU 141983, 17.05.2024. Заявка № 2023506208 от 12.12.2023.
11. Схема «Последовательность технологических операций изготовления продуктов с антиоксидантными свойствами» / С.В. Фомин, Г.И. Касьянов. Патент на промышленный образец RU 141179, 26.03.2024. Заявка № 2023506233 от 13.12.2023.
12. Схема «Технологические узлы подготовки и переработки орехового и зернового сырья на CO_2-экстракты и CO_2-шроты» / Г.И. Касьянов, В.Н. Савин, К.К. Филиппов, Е.В. Шейкина. Патент на промышленный образец RU 149947, 06.11.2025. Заявка № 2025502008 от 09.04.2025.
13. Схема «Установка для извлечения жирных масел из сырья бутан-углекислотной смесью» / Г.И. Касьянов, Е.А. Мазуренко, У.Н. Малофеева. Патент на промышленный образец RU 142276, 04.06.2024. Заявка № 2023506765 от 29.12.2023.
14. Схема «Экспериментальная линия производства сухих завтраков» / Г.И. Касьянов, А.М. Медведев. Патент на промышленный образец RU 141180, 26.03.2024. Заявка № 2023506016 от 30.11.2023.
15. Установка для микроволновой экстракции плодово-ягодных выжимок неполярными экстрагентами / В.А. Ломачинский, О.И. Квасенков, Г.И. Касьянов, В.Б. Пенто. Патент на изобретение RU 2083653, 10.07.1997. Заявка № 94036025/13 от 27.09.1994.
16. Фаритов М.А. Определение зависимости от температуры коэффициента парного взаимодействия компонентов систем пропан-нормальный гексан, пропан-нормальный гептан для уравнения состояния Пенга-Робинсона // Форум молодых ученых. – 2019. – № 12(40). – С. 936–944.
17. Франко Е.П. Новые технологические приемы переработки дынного сырья / Е.П. Франко, Г.И. Касьянов // В сборнике: Современные достижения биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты. Инновационные биотехнологии природных и синтетических биологически активных веществ. Нарочанские чтения-16. Материалы IX Международной научно-практической конференции. – Ставрополь, 2024. – С. 390–392.
18. Sub- and Supercritical Extraction of Slovenian Hops (Humulus lupulus L.) Aurora Variety Using Different Solvents / Katja Bizaj [et al.] // Plants. – Vol. 10. – Edition 6. – 1137 p. DOI: 10.3390/plants10061137
19. Qingxin Zheng. Advances in Low-temperature Extraction of Natural Resources Using Liquefied Dimethyl Ether. January 2022 / Qingxin Zheng, Masaru Watanabe // Resources Chemicals and Materials 1(1). DOI: 10.1016/j.recm.2022.01.001
20. Yuntao Wu. Liquefied Petroleum Gas Extraction: An Innovative, Green, and Sustainable Approach for Extracting Natural Lipophilic Compounds / Yuntao Wu, Shuang Wei, Jun Xi // Full-text available Aug 2025. Compr Rev Food Sci Food Saf 2025 Sep; 24(5):e70258. DOI: 10.1111/1541-4337.70258

References

1. Gumerov F.M. Technology of oil sludge utilization using liquid and supercritical fluid extraction with propane-butane extractant / F.M. Gumerov, M.I. Farakhov, V.F. Khairutdinov // Theoretical Foundations of Chemical Technology. – 2017. – Vol. 51. – № 6. – P. 629–636.

2. Ways of using hydrocarbon gases as solvents / G.I. Kasyanov [et al.] // International Research Journal. – 2023. – № 12(138). – 10 p. – URL : https://research-journal.org/archive/12-138-2023-december/10.23670/IRJ.2023.138.179. DOI: 10. 23670/IRJ.2023.138.179
3. Kasyanov G.I. Prospects for using liquid dimethyl ether as an extractant / G.I. Kasyanov, I.V. Kisurin, I.L. Evseeva // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 1. – P. 79–89.
4. Kasyanov G.I. Phenomenal properties of liquid and fluid carbon dioxide as a solvent / G.I. Kasyanov, I.E. Syazin, A.V. Gukasyan // In the collection: Optimization of technological processes and development of new, breakthrough methods for processing agro-food raw materials and aquatic biological resources. Collection of materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 106th anniversary of the Kuban State Technological University. – Krasnodar, 2024. – P. 84–88.
5. Kasyanov G.I. Liquefied hydrocarbon gases as extractants for biologically active substances / G.I. Kasyanov, Fandi Akhmad // Science. Technology. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2026. – № 1. – P. 37–44.
6. Kosareva M.A. Basic technologies for processing oil and gas raw materials : textbook / M.A. Kosareva, S.G. Stakheev, N.A.; Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Ural Federal University. – Ekaterinburg : Ural University Publishing House, 2022. – 110 p.
7. Lukashov R.I. Influence of the nature and concentration of extractants on the extraction of flavonoids from Canadian goldenrod herb // Chemistry of plant raw materials. – 2018. – № 4. – P. 113–123.
8. Innovative solutions in the production of functional food products / I.V. Sobol [et al.] // New technologies. – 2025. – № 21(4). – P. 111–119.
9. Sobol I.V. Scientific substantiation and development of technologies for functional food products using bioadditives / I.V. Sobol, N.V. Kenijz, A.A. Varivoda. – Vologda : Infra-Engineering, 2025. – 100 p.
10. Scheme «Production line for dry breakfasts from combined meat and vegetable raw materials» / G.I. Kasyanov, A.M. Medvedev. Industrial design patent RU 141983, May 17, 2024. Application № 2023506208 dated December 12, 2023.
11. Scheme of «Sequence of technological operations for the manufacture of products with antioxidant properties» / S.V. Fomin, G.I. Kasyanov. Industrial design patent RU 141179, March 26, 2024. Application № 2023506233 dated December 13, 2023.
12. Scheme of «Technological units for the preparation and processing of nut and grain raw materials for CO_2 extracts and CO_2 meals» / G.I. Kasyanov, V.N. Savin, K.K. Filippov, E.V. Sheykina. Industrial design patent RU 149947, November 6, 2025. Application No. 2025502008 dated April 9, 2025.
13. Flow chart of the unit for extracting fatty oils from raw materials using a butane-carbon dioxide mixture / G.I. Kasyanov, E.A. Mazurenko, U.N. Malofeeva. Industrial design patent RU 142276, 04.06.2024. Application № 2023506765 dated 29.12.2023.
14. Flow chart of the experimental line for the production of breakfast cereals / G.I. Kasyanov, A.M. Medvedev. Industrial design patent RU 141180, 26.03.2024. Application № 2023506016 dated 30.11.2023.
15. Unit for microwave extraction of fruit and berry pomace with non-polar extractants / V.A. Lomachinsky, O.I. Kvasenkov, G.I. Kasyanov, V.B. Pento. Patent for invention RU 2083653, 10.07.1997. Application № 94036025/13 dated 27.09.1994.
16. Faritov M.A. Determination of the temperature dependence of the coefficient of pair interaction of components of propane-normal hexane, propane-normal heptane systems for the Peng-Robinson equation of state // Forum of young scientists. – 2019. – № 12(40). – P. 936–944.
17. Franko E.P. New technological methods for processing melon raw materials / E.P. Franko, G.I. Kasyanov // In the collection: Modern achievements of biotechnology: fundamental and applied aspects. Innovative biotechnologies of natural and synthetic biologically active substances. Naroch readings-16. Proceedings of the IX International scientific and practical conference. – Stavropol, 2024. – P. 390–392.
18. Sub- and Supercritical Extraction of Slovenian Hops (Humulus lupulus L.) Aurora Variety Using Different Solvents / Katja Bizaj [et al.] // Plants. – Vol. 10. – Edition 6. – 1137 p. DOI: 10.3390/plants10061137
19. Qingxin Zheng. Advances in Low-temperature Extraction of Natural Resources Using Liquefied Dimethyl Ether. January 2022 / Qingxin Zheng, Masaru Watanabe // Resources Chemicals and Materials 1(1). DOI: 10.1016/j.recm.2022.01.001
20. Yuntao Wu. Liquefied Petroleum Gas Extraction: An Innovative, Green, and Sustainable Approach for Extracting Natural Lipophilic Compounds / Yuntao Wu, Shuang Wei, Jun Xi // Full-text available Aug 2025. Compr Rev Food Sci Food Saf 2025 Sep; 24(5):e70258. DOI: 10.1111/1541-4337.70258

УДК 69.07

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ФЕРМ ХОЛСТАМИ УГЛЕВОЛОКНА И СТАЛЬНЫХ ОБОЙМ

♦♦♦♦♦

COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS OF REINFORCING REINFORCED CONCRETE TRUSSES WITH CARBON FIBER CANVASES AND STEEL CAGES

Кайшева Арина Ильинична
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
arinakajseva4@gmail.com

Леонова Анна Николаевна
кандидат технических наук,
доцент,
Кубанский государственный технологический университет
lan_kubstu@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены методы усиления железобетонных ферм промышленных зданий и сооружений. Представлены два вида усиления: устройство стальных обойм и усиление конструкций холстами из углеволокна. В настоящей статье проведен сравнительный анализ характеристик каждого из представленных методов. Рассмотрены их положительные и отрицательные качества. В заключении статьи сделан вывод о применении каждого из рассматриваемых методов.

Ключевые слова: ферма, железобетонные конструкции, усиление, распределение нагрузок, сталь, железобетон, каркас, строительство, ремонтные работы, углеволокно, реконструкция.

Kaysheva Arina Ilyinichna
Student,
Kuban State Technological University
arinakajseva4@gmail.com

Leonova Anna Nikolaevna
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State Technological University
lan_kubstu@mail.ru

Annotation. This article discusses methods for strengthening reinforced concrete trusses of industrial buildings and structures. There are two types of reinforcement: the device of steel cages and the reinforcement of structures with carbon fiber canvases. This article provides a comparative analysis of the characteristics of each of the presented methods. Their positive and negative qualities are considered. In conclusion, the article concludes that each of the methods under consideration is used.

Keywords: truss, reinforced concrete structures, reinforcement, load distribution, steel, reinforced concrete, frame, construction, repair work, carbon fiber, reconstruction.

Железобетонные фермы – одни из наиболее распространенных стропильных строительных конструкций, применяемых в промышленных зданиях и сооружениях. Конструктив таких изделий является наиболее выгодным с точки зрения восприятия нагрузок и воздействий, также фермы позволяют получить дополнительное пространство в помещениях и цехах [1].

Однако, как и любые другие конструкции, фермы подвержены появлению повреждений и снижению несущей способности. Причинами появления повреждений в рассматриваемых строительных конструкциях являются:

- Увеличение суммарной нагрузки от вышележащих конструкций ввиду надстройки помещений, усиления вышележащих конструкций и их элементов;
- Изменение технологических процессов в реконструируемом здании или сооружении, влекущее за собой изменение категории помещений и увеличение массы устанавливаемого на предприятии оборудования;
- Модернизация оборудования, расположенного на предприятии;
- Потеря несущей способности конструкций и их элементов ввиду эксплуатационного износа ферм и их составляющих;
- Неправильная эксплуатация строительных конструкций;
- Конструктивные дефекты, появление которых вызвано механическими повреждениями;
- Неправильный монтаж.

Усиление железобетонных строительных конструкций одно из наиболее распространенных направлений в проектировании, так как методы усиления часто применяются при разработке проектной документации на реконструкцию и капитальный ре-

монт зданий и сооружений и проведении строительных монтажных и демонтажных работ [2].

Строителями и исследователями уже долгие годы разрабатываются новые и модернизируются старые методы и виды усиления строительных конструкций.

В XX веке разрабатывались не только нормативные документы, такие как ГОСТы и СНиПы, но и альбомы чертежей с узкой спецификой, направленные только на реконструкцию и усиление строительных конструкций. Данная тенденция разработки типовых альбомов с чертежами, к сожалению, утратила силу в XXI веке, однако разработка иной нормативной документации, регламентирующей применение различных методов и способов усиления строительных конструкций, остается на высоком уровне [3].

Способы усиления железобетонных ферм без изменений напряженного состояния и конструктивной схемы, позволяющие увеличить их несущую способность, можно разделить на два вида:

1. Устройство металлических обойм.
2. Применение холстов из углепластика.

Для усиления стропильных железобетонных ферм применяют множество различных видов и методов усиления. В настоящей статье рассмотрим некоторые из наиболее распространенных и проведем анализ каждого из них.

Устройство металлических обойм. Данный метод усиления строительных конструкций, в том числе и стропильных ферм, очень распространен. Преимуществом данного метода является быстрота в исполнении и небольшие трудозатраты, отсутствие необходимости в устройстве опалубки. Монтируемая металлическая обойма воспринимает на себя суммарную нагрузку от вышележащих конструкций, оборудования, позволяя разгрузить ферму, потерявшую свою несущую способность.

Суть усиления строительных горизонтальных конструкций заключается в создании пространственных ферм вокруг конструкций, которые в дальнейшем будут перенимать на себя нагрузки.

Достоинством рассматриваемого метода усиления является быстрота монтажа элементов конструкции обоймы. Себестоимость работ является средней по сравнению с остальными методами, а трудозатраты относительно низкие [4].

Недостатками данного метода усиления являются неудобство применения сварочных аппаратов в помещениях производства и необходимость проведения работ на высоте. Данный метод усиления также невозможно проводить в условиях действующего производства. Помимо этого, такой метод усиления существенно портит внешний вид строительных конструкций, что негативно сказывается на архитектурных и дизайнерских решениях.

Технология монтажа металлической обоймы на железобетонную ферму:

1. Расчет и подбор сечений элементов обоймы.
2. Разгрузка строительных конструкций.
3. Устройство лесов для монтажных работ.
4. Устройство стоек, верхних и нижних поясов устраиваемой обоймы.
5. Устройство раскосов.

Устройство холстов из углепластика на железобетонных фермах. Применение холстов из углеволокна (углепластика) является довольно распространенным методом усиления строительных конструкций. Натянутые и приклеенные к поверхности конструкции холсты позволяют увеличить прочность строительных конструкций на изгиб до 65 %, а прочность на сжатие почти в 2 раза.

Применение углепластика является наиболее эффективным с токи зрения увеличения несущей способности. Данный метод также является наименее трудозатратным по сравнению с другими методами.

Суть данного метода усиления заключается в наклейке сетки или отдельных холстов на строительную конструкцию.

Положительной характеристикой применения данного метода усиления являются высокие показатели несущей способности железобетонных конструкций. Также стоит учесть небольшой вес материалов усиления, при применении данного метода почти отсутствует необходимость в перерасчете несущей способности нижележащих конструкций и перерасчете воздействующих на них нагрузок.

Данный метод также легок в монтаже. При устройстве холстов отсутствует необходимость применения дополнительного оборудования, монтаж производится на

клей. Монтируемые холсты начинают положительно влиять на несущую способность строительных конструкций сразу после высыхания клеевого состава [5].

Себестоимость ремонтных работ по усилению железобетонных ферм холстами из углепластика относительно высокая.

Недостатком данного метода являются трудности при работе на высоте, а также трудности при натяжении холстов до проектных показателей в условиях ремонтных работ на объекте. Также стоит учесть невозможность монтажа углепластика к неровным поверхностям конструкций, например, к сколам и трещинам. Такие дефекты необходимо предварительно заделать ремонтными растворами.

Технология усиления железобетонных ферм углеволокном:

1. Расчет необходимого количества холстов, их общей площади и показателей натяжения холстов.
2. Разгрузка железобетонных ферм.
3. Устройство лесов для работ на высоте.
4. Очистка от пыли и грязи строительных конструкций.
5. Ремонт дефектов защитного слоя бетона (при необходимости).
6. Монтаж продольных полос (холстов) из углепластика с натяжением.
7. Монтаж поперечных полос (холстов) из углепластика с натяжением и внахлест. Нахлест холстов необходимо производить не менее, чем на 200 мм.

В заключение можно сделать вывод, что применение метода усиления железобетонных ферм холстами из углепластика является более дорогим, чем применение стальных обойм, однако показатели увеличения несущей способности ремонтируемых углепластиком строительных конструкций выше, чем при применении стальных обойм. Меньшие габариты конструкции усиления, небольшой вес материалов и простота монтажа позволяют достичь положительного результата при усилении.

Монтаж стальных обойм является более дешевым способом усиления, однако прочностные характеристики данного метода хуже, чем у усиления углепластиком. Крупные габариты стальных обойм, их суммарный вес, давящий на нижележащие конструкции, создают необходимость перерасчетов остальных строительных конструкций и последующее их усиление.

Литература

1. Емельянчик А.А. О некоторых современных технологиях усиления строительных конструкций // РГОТУПС., Наука и техника транспорта. – 2006. – № 4. – С. 73–75.
2. Гениев Г.А. Вопросы прочности и пластичности анизотропных материалов / Г.А. Гениев, А.С. Курбанов, Ф.А. Самедов. – М. : «Интербук», 1993.
3. Жердеева С.А. Анализ напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций при сложном напряженном состоянии / С.А. Жердеева, Е.В. Фигурина // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири. – 2009. – № 2. – С.188–192.
4. Нагаева З.С. Реконструкция и реставрация объектов культурного наследия / З.С. Нагаева, В.В. Сидорова, В.В. Живица. – М. : Бук, 2018. – 160 с.
5. Медведев С.В. Сейсмические воздействия на здания и сооружения / С.В. Медведев, Б.К. Карапетян, В.А. Быковский. – М., 1968.

References

1. Emelyanchik A.A. On Some Modern Technologies for Strengthening Construction Structures // RGOTUPS. Science and Technology of Transport. – 2006. – № 4. – P. 73–75.
2. Geniev G.A. Issues of strength and plasticity of anisotropic materials / G.A. Geniev, A.S. Kurbanov, F.A. Samedov. – M. : Interbuk, 1993.
3. Zherdeeva S.A. Analysis of the stress-strain state of reinforced concrete structures under a complex stress state / S.A. Zherdeeva, E.V. Figurina // Proceedings of the Bratsk State University. Series: Natural and Engineering Sciences – Development of Regions of Siberia. – 2009. – № 2. – P.188–192.
4. Nagaeva Z.S. Reconstruction and Restoration of Cultural Heritage Objects / Z.S. Nagaeva, V.V. Sidorova, V.V. Zhivitsa. – M. : Buk Publ., 2018. – 160 p.
5. Medvedev S.V. Seismic Effects on Buildings and Structures / S.V. Medvedev, B.K. Karapetyan, V.A. Bykovsky. – M., 1968.

УДК 624.15

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ УСИЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ ПРИ НАДСТРОЙКЕ ЭТАЖЕЙ В УСЛОВИЯХ СТЕСНЕННОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

♦♦♦♦♦

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF FOUNDATION STRENGTHENING METHODS FOR STOREY ADDITION UNDER CONFINED URBAN DEVELOPMENT CONDITIONS

Кацнельсон Мария Александровна
студент-магистр,
факультет архитектуры, строительства
и автомобильных дорог,
Кубанский государственный технологический университет
m_maria_king.k@mail.ru

Леонова Анна Николаевна
кандидат технических наук,
доцент,
заведующий кафедрой строительных конструкций,
Кубанский государственный технологический университет
lan_kubstu@mail.ru

Аннотация. В статье проведен анализ эффективности методов усиления фундаментов при надстройке этажей в условиях стесненной городской застройки. Рассмотрены традиционные технологии (цементация, монолитная железобетонная лента, вдавливаемые сваи) и инновационный метод – буроинъекционные сваи по электроразрядной технологии (ЭРТ).

Ключевые слова: усиление фундаментов, надстройка этажей, реконструкция зданий, стесненная городская застройка, цементация, монолитная железобетонная лента, вдавливаемые сваи, буроинъекционные сваи, электроразрядная технология (ЭРТ), несущая способность.

Katsnelson Maria Alexandrovna
Master's Student,
Kuban State Technological University,
Faculty of Architecture, Construction,
and Roads
m_maria_king.k@mail.ru

Leonova Anna Nikolaevna
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Head of the Department
of Building Structures,
Kuban State Technological University
lan_kubstu@mail.ru

Annotation. The paper presents an analysis of the efficiency of foundation strengthening methods for building storey addition under confined urban development conditions. Conventional techniques (cementation, monolithic reinforced concrete strip, jacked piles) and an innovative method – bored injection piles using electric discharge technology (EDT) – are considered.

Keywords: foundation strengthening, storey addition, building reconstruction, confined urban development, cementation, monolithic reinforced concrete strip, jacked piles, bored injection piles, electric discharge technology (EDT), bearing capacity.

В современном мире, где свободные территории для нового строительства практически исчерпаны, а цены на землю остаются высокими, одним из приоритетных направлений градостроительной политики становится реконструкция и надстройка существующих зданий. Надстройка дополнительных этажей позволяет не только увеличить полезную площадь без отчуждения новых участков, но и вдохнуть новую жизнь в сложившиеся кварталы, сохранив исторический облик и развивая инфраструктуру. Однако этот путь сопряжен с серьезной технической проблемой: увеличение нагрузки на фундаменты здания, часто уже имеющего высокий физический износ.

Одной из основных проблем становится плотная застройка: стесненность рабочей площадки, необходимость сохранения целостности соседних зданий, наличие подземных коммуникаций и невозможность остановки эксплуатации здания на период реконструкции. Традиционные методы усиления фундаментов, такие как уширение подошвы или устройство обойм, зачастую требуют больших объемов земляных работ, что в условиях центра города неприемлемо. Поэтому выбор оптимального, технически и экономически эффективного метода усиления фундаментов при надстройке этажей становится ключевой задачей инженерно-геотехнического проектирования.

В современной практике строительства для усиления фундаментов существующих зданий при реконструкции и надстройке этажей применяются такие технологические решения, как традиционные и инновационные.

К традиционным относят цементацию, устройство монолитных железобетонных конструкций, вдавливаемые сваи, к инновационным можно отнести буроинъекционные сваи по электроразрядной технологии.

1. Цементация.

Метод основан на нагнетании цементного раствора под давлением в грунт через специальную манжетную колонну, оборудованную клапанами. Колонна погружается в предварительно пробуренную скважину, заполненную малопрочным обойменным раствором, который направляет инъецируемый состав строго в заданный горизонт.

Метод способствует укрепление грунтов основания, заполнение пустот и трещин в теле фундамента, восстановление контакта «фундамент-грунт». Эффективен в песчаных, суглинистых, лессовых грунтах.

2. Устройство монолитной железобетонной ленты.

Метод предполагает устройство новой железобетонной конструкции (как правило, под подошвой существующего фундамента или с охватом его с боков), которая включается в совместную работу со старым фундаментом. Это может быть монолитная лента под существующий ленточный фундамент или обойма вокруг столбчатого.

Обычно применяется при надстройках до 1–2 этажей при нормативном (работоспособном) состоянии существующих фундаментов. Особенно эффективно, если необходимо одновременно восстановить подвальные помещения.

3. Усиление вдавливаемыми сваями.

Метод заключается в вдавливании под подошву фундамента с помощью домкратов секционных (составных) свай. Свая наращивается до тех пор, пока ее острие не достигнет плотных грунтов, обеспечивающих необходимую несущую способность. Упором для домкрата служит, как правило, железобетонная балка, анкерованная в стену здания.

Применяется при увеличении нагрузок на фундамент при надстройке. Особенно ценен низким уровнем шума и вибрации, что важно в плотной застройке.

4. Усиление буроинъекционными сваями по технологии ЭРТ.

Это более современный метод, основанный на электроразрядной технологии (ЭРТ). После бурения скважины и заполнения ее мелкозернистой бетонной смесью в нее опускается электродная система и производится серия мощных электрических разрядов (электровзрывов). Это вызывает уплотнение и дополнительную цементацию грунта вокруг сваи, формирование уширений по стволу и на конце.

Применяется при надстройках нескольких этажей (до 4 и более), в том числе при слабых и водонасыщенных грунтах.

Таблица 1 – Качественная оценка методов

Метод	Относительная стоимость (качественная оценка)	Основные затраты
Цементация	Низкая – Средняя	Материалы (цемент), оборудование для нагнетания
Монолитная ж/б лента	Средняя	Бетон, арматура, опалубка, земляные работы
Вдавливаемые сваи	Средняя – Высокая	Свайные секции, домкраты, анкерные устройства
Сваи ЭРТ (с электроразрядной обработкой)	Высокая	Спецоборудование (генераторы разрядов), бетон, строгий контроль качества

Таким образом, можно сделать вывод, что современная геотехническая практика располагает как традиционными методами усиления (цементация, устройство монолитной железобетонной ленты, вдавливаемые сваи), так и инновационными (буроинъекционные сваи по электроразрядной технологии ЭРТ). Каждый из методов имеет

свою область применения, достоинства и недостатки, а выбор конкретного решения должен основываться на совокупности технических, технологических, экономических и рисковых факторов.

Традиционные методы демонстрируют ограниченную эффективность при увеличении этажности более чем на 1–2 этажа:

– Цементация целесообразна лишь при незначительном увеличении нагрузок и хорошем состоянии грунтов, однако она слабо контролируема и несет риски засорения подземных коммуникаций;

– Монолитная железобетонная лента требует значительных объемов земляных работ, что в условиях плотной застройки часто неприемлемо, и эффективна только при работоспособном состоянии существующих фундаментов;

– Вдавливаемые сваи требуют вскрытия подошвы фундамента и не повышают несущую способность грунтов основания, что ограничивает их применение при слабых грунтах.

Буроинъекционные сваи, изготавливаемые по электроразрядной технологии, обладают рядом существенных преимуществ:

– удельная несущая способность по грунту в 2 и более раза выше по сравнению с обычными буроинъекционными сваями;

– возможность надстройки до 4 дополнительных этажей без остановки эксплуатации здания;

– минимальный объем земляных работ (бурение скважин диаметром 150–200 мм);

– низкий уровень вибраций и шума, что критически важно при работе вблизи исторических зданий;

– возможность выполнения работ из подвала малогабаритным оборудованием.

Основными недостатками метода ЭРТ являются высокая стоимость (специализированное оборудование, строгий контроль качества) и повышенные требования к квалификации персонала.

Таким образом, можно сделать вывод, что при надстройке 1–2 этажей и работоспособном состоянии фундаментов экономически оправданным может быть устройство монолитной железобетонной ленты, а при надстройке 3–4 этажей и более, а также при наличии слабых, водонасыщенных или просадочных грунтов наиболее эффективным и технически надежным решением является применение буроинъекционных свай. В условиях плотной городской застройки приоритетными критериями выбора должны быть: минимальный объем земляных работ, низкий уровень динамических воздействий и возможность выполнения работ из подвала. Этим критериям в наибольшей степени соответствуют цементация (при малых нагрузках) и сваи ЭРТ (при значительном увеличении нагрузки).

Литература

1. Грушин Н.В. Анализ методов работ по усилению фундаментов существующих зданий // Молодой ученый. – 2019. – № 16(254). – С. 24–26. – URL : https://moluch.ru/archive/254/58303
2. Егоров Е.А. Некоторые организационно-технологические решения по усилению фундаментов при реконструкции и надстройке зданий // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 1.
3. Соколов Н.С. Технология усиления основания фундаментов в стесненных условиях при надстройке четырех дополнительных этажей // Строительные материалы. – 2018. – № 7. – С. 31–36.

References

1. Grushin N.V. Analiz metodov rabot po usileniyu fundamentov sushchestvuyushchikh zdaniy. Molodoy uchenyy. – 2019. – № 16(254). – P. 24–26. – URL : https://moluch.ru/archive/254/58303
2. Egorov E.A. Some organizational and technological solutions for strengthening foundations during reconstruction and extension of buildings // Engineering Bulletin of the Don. – 2019. – № 1.
3. Sokolov N.S. Technology for strengthening the base of foundations in cramped conditions during the extension of four additional floors // Construction Materials. – 2018. – № 7. – P. 31–36.

УДК 656.073

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ

♦♦♦♦♦

MODERN APPROACHES TO THE ORGANIZATION OF TRANSPORTATION OF PERISHABLE GOODS

Коновалова Т.В.
Кубанский государственный технологический университет

Надирян С.Л.
Кубанский государственный технологический университет
sofi008008@yandex.ru

Гонтарук А.В.
Кубанский государственный технологический университет

Чумак А.А.
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В данной статье авторы рассматривают современные подходы к организации перевозок скоропортящихся грузов, включая управление цепями поставок, требования к температурным режимам, виды холодильного транспорта и факторы, влияющие на технологию перевозок.

Ключевые слова: скоропортящиеся грузы, логистика, управление цепями поставок, холодильный транспорт, рефрижераторы, температурный режим, перевозки.

Konovalova T.V.
Kuban State Technological University

Nadiryan S.L.
Kuban State Technological University
sofi008008@yandex.ru

Gontaruk A.V.
Kuban State Technological University

Chumak A.A.
Kuban State Technological University

Annotation. In this article, the authors consider modern approaches to the organization of transportation of perishable goods, including supply chain management, temperature requirements, types of refrigeration transport and factors affecting transportation technology.

Keywords: perishable goods, logistics, supply chain management, refrigeration, refrigerated trucks, temperature control, transportation.

В о многих странах мира построению логистических систем, проблемам развития транспортно-складской инфраструктуры уделяется много внимания. Для скоропортящихся грузов (СПГ) транспортно-складская инфраструктура специфична, поскольку требует холодильного обеспечения для сохранения надлежащего качества при доставке продуктов питания. Еще в 70-е гг. XX в. было установлено, что распределение скоропортящихся продуктов является сложным процессом, во многом зависящим от вида продукта. В частности, не могут быть идентичными системы распределения свежих, консервированных, замороженных продуктов. Поэтому происходила специализация фирм по данным направлениям.

Как свидетельствует мировой и отечественный опыт, в области организации перевозок СПГ достигнут значительный прогресс: используется современный подвижной состав, который создает условия, максимально приближенные к условиям их хранения; строятся современные распределительные центры; минимизируются сроки поставки; разрабатываются современные системы слежения за грузом в пути. Российские компании, занимающиеся перевозками скоропортящейся продукции, стремятся идти в ногу со временем и быстро реагируют на изменения на данном рынке. Вместе с тем, просматриваются тенденции дальнейшего совершенствования организации доставки СПГ.

Зарубежный и отечественный опыт показывает, что перспективной концепцией совершенствования бизнес-процессов является оптимизация управления цепями поставок. Цепь поставок – это три или более экономические единицы, напрямую участвующие во внешних и внутренних потоках продукции, услуг, финансов и/или информации от источника до потребителя.

Исходя из этого определения различают три уровня сложности цепей поставок: прямая, расширенная и максимальная. Прямая цепь поставок состоит из фокусной (центральной) компании (обычно торговой фирмы), поставщика и покупателя/потребителя, участвующего во внешнем и/или внутреннем потоке продукции, услуг, финансов и/или информации. При этом, как правило, фокусная компания определяет структуру цепи поставок и управление взаимоотношениями с контрагентами по бизнесу. Расширенная цепь поставок включает дополнительно поставщиков и потребителей

второго уровня. Максимальная цепь поставок состоит из фокусной компании и всех ее контрагентов (вплоть до поставщиков минеральных удобрений, исходного сырья), определяющих ресурсы фокусной компании «на входе», и сети распределения – вплоть до конечных (индивидуальных) потребителей.

В современных условиях ведущие мировые компании, предоставляющие транспортно-логистические услуги, пришли к выводу, что практически единственный резерв увеличения прибыли и повышения конкурентоспособности – это оптимизация управления всей цепью поставок товаров. Причем, в этом случае акцент делается на фактор опережения со стороны наукоемкой составляющей, которая позволит дать системное обоснование стратегии создания новых организационных структур. Эти структуры призваны обеспечить оптимизацию управления цепями поставок товаров на базе интеграции подразделений различных видов транспорта и других участников товародвижения (производителей плодоовощной продукции и ее потребителей).

Управление цепями поставок – это интегрирование ключевых бизнес-процессов, начинающихся от конечного пользователя и охватывающих всех поставщиков товаров, услуг и информации, добавляющих ценность для потребителей и других заинтересованных лиц. Таким образом, управление цепями поставок предопределяет интеграцию восьми ключевых бизнес-процессов, а именно: управления взаимоотношениями с потребителями, обслуживания потребителей, а также управления спросом, выполнением заказов, производством/операциями, снабжением, дизайном продукта и его доведением до коммерческого использования, возвратными материальными потоками. Необходимо взаимодействие всех участников доставки грузов. Требуется инструмент комплексного решения задач логистики, использование которого позволит системно оптимизировать продвижение материальных, информационных, финансовых и сервисных потоков, а также получить интеграционный, синергический эффект от рационализации взаимодействия всех участников товародвижения, обеспечивающего сквозное комплексное обслуживание грузовладельцев на уровне мировых стандартов.

Определенные скоропортящиеся грузы перевозятся по температурным режимам, указанным грузоотправителем, при условии, что данный температурный режим соответствует техническим возможностям рефрижераторов.

Для перевозки скоропортящихся грузов используются рефрижераторы, позволяющие установить в каждой конкретной перевозке свой температурный режим. С целью сокращения сроков нахождения товара в пути прорабатывается отдельная транспортная схема доставки. В летний период времени скоропортящиеся грузы перевозят с охлаждением, а в зимний период – с подогревом.

Свежие фрукты и овощи, кроме бананов и ананасов, при нахождении в пути (с момента окончания погрузки и до начала разгрузки) не более 6 часов, могут перевозиться в весенний, летний и осенний периоды при температуре не ниже 0°, а свежая зелень (салат, редис, зеленый лук, укроп и т.д.) в ночные и утренние часы (до 8 утра) продолжительностью перевозки не более 3 часов – в неспециализированном подвижном составе с укрытием брезентом или автомобилях-фургонах с проветриванием. Подвижной состав, подаваемый автотранспортным предприятием или организацией для перевозки скоропортящихся грузов, должен отвечать установленным санитарным требованиям.

Фрукты и овощи предъявляются к перевозке только в затаренном виде. Они должны быть: свежими, незагрязненными, неувлажнёнными, правильной формы, без механических повреждений, не пораженными болезнями и сельскохозяйственными вредителями. К перевозке не допускаются перезревшие, вялые, загнившие и подмороженные овощи и фрукты. Не разрешается перевозка в авторефрижераторах с охлаждением помидоров молочной спелости и зеленых. Черешня и вишня должны иметь плодоножку. Вишня без плодоножки (дойка) допускается к перевозке продолжительностью не более одних суток. Виноград свежий допускается к перевозке с нормально вызревшими развитыми, сухими ягодами

Вместе с тем положение на мировом рынке в сегменте перевозок рефрижераторных грузов свидетельствует об увеличении роста объемов перевозимой «холодной» продукции.

Холодильный транспорт представлен всеми видами транспорта – автомобильным, железнодорожным, морским, речным, каждый из которых обеспечен специальным оборудованием; воздушный транспорт также может использоваться для перевозки

СПГ, где в качестве подвижного состава применяются воздушные суда гражданской авиации, а заданный температурный режим поддерживается за счет упаковки продукта и высокой скорости следования, когда срок доставки не выходит за пределы одних суток и исчисляется несколькими часами.

СПГ обладают специфическими свойствами и качествами, в основе которых лежат химико-биологические процессы, протекающие в живых тканях. Непрерывные процессы жизнедеятельности, приводящие к необратимым изменениям качества продукта, требуют от всех участников транспортно-логистической цепи оперативного реагирования на любые изменения в процессе продвижения СПГ от момента и места их производства до момента и места их реализации. На рисунке 1 представлены факторы, оказывающие влияние на технологию перевозок СПГ и требующие от участников перевозочного процесса единства и стабильного взаимодействия при реализации всех звеньев цепочки поставок.

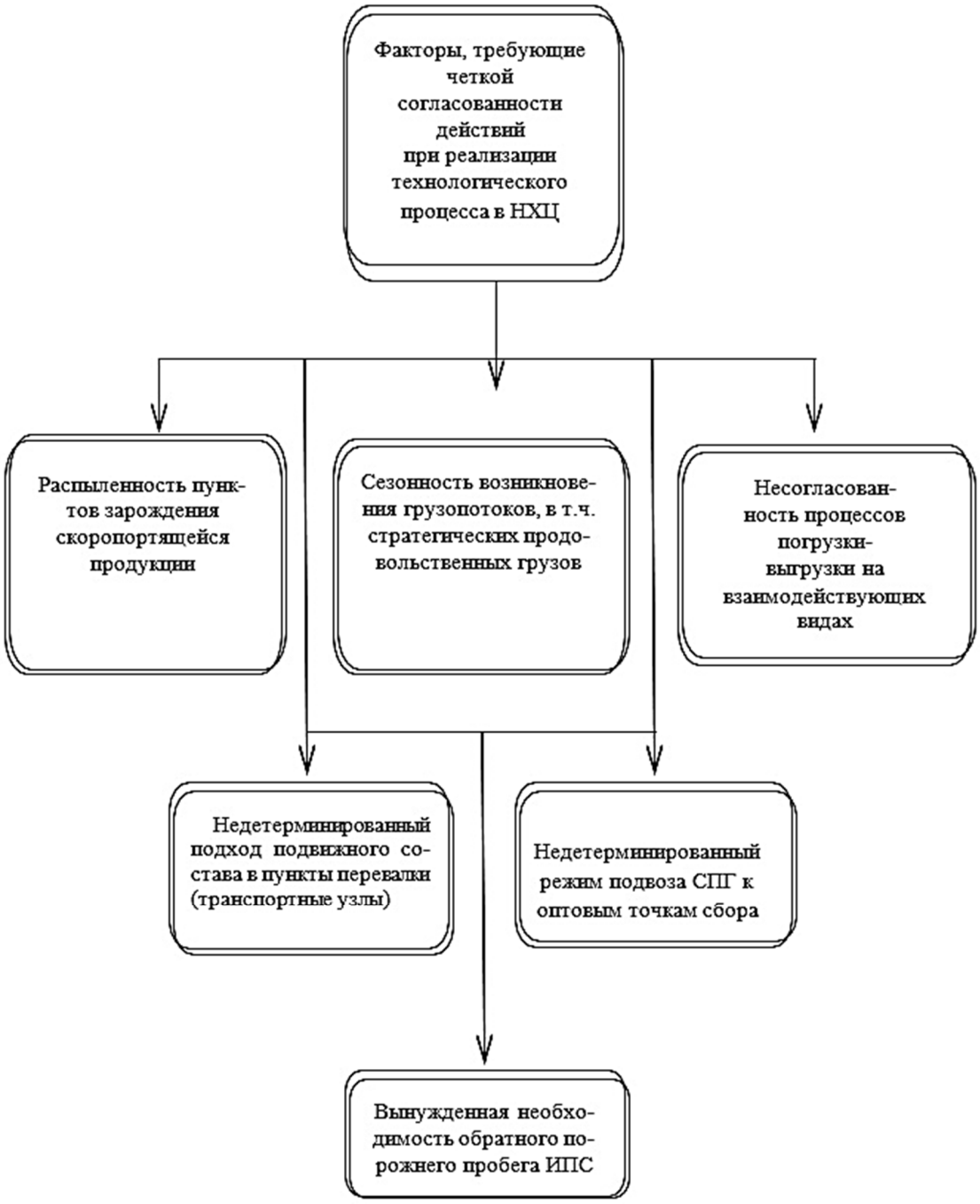


Рисунок 1 – Факторы, оказывающие влияние на технологию перевозок СПГ

Учитывая нюансы эксплуатации отдельных видов хладотранспорта, а именно:

– автомобильный хладотранспорт используется на короткие расстояния и осуществляет перевозку небольших объемов грузов (в основном розничных партий в реализационные холодильники);

– морской хладотранспорт осуществляет перевозки импортной скоропортящейся продукции в международном трансконтинентальном сообщении;

– речной хладотранспорт работает в привязке к географии крупных судоходных рек и характеризуется невысокой грузоподъемностью речных судов, а также узкой номенклатурой перевозимых СПГ, основной объем которых приходится на рыбные грузы, то перевозка таких СПГ, как рыба и рыбопродукты из районов Крайнего Севера, плодоовощи и ранняя зелень из Крыма и южных регионов России, консервная и овощная продукция из Беларуси, импортная скоропортящаяся продукция из морских и речных портов, остается прерогативой железнодорожного хладотранспорта.

Возможный вариант совершенствования «холодных» перевозок можно представить в виде привязки маршрутов продвижения грузопотоков СПГ к транспортным коридорам. Транспортный коридор – один из наиболее обеспеченных и полнофункциональных представителей транспортной системы, в которой все элементы – транспортные пути, транспортные средства, транспортно-складские и логистические терминалы, информационное пространство, правовая база, квалификация персонала являются полностью укомплектованными, доступными и качественными составляющими, позволяющими осуществить быструю, эффективную, надежную и дешевую доставку. Однако специфика маршрутов следования основной массы СПГ и маршрутов пролегания транспортных коридоров не совпадают, а прокладывать специальные транспортные коридоры под транспортировку только «холодных» грузов заведомо нерентабельно.

Литература

1. Транспортная логистика: технологические особенности и компетенции кадров : для аспирантов вузов, научных работников транспортной сферы и специалистов-практиков / Д.А. Дрючин [и др.]. – М.; Вологда : Инфра-Инженерия, 2026. – 176 с. ISBN 978-5-9729-2779-1 EDN RZULQX
2. Оптимизация численности автотранспортных средств, обслуживающих регулярные маршруты городских агломераций / Д.А. Дрючин [и др.]. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2024. – 178 с. EDN MFYPOR
3. Коновалова Т.В. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, И.Н. Котенкова. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2024. – 256 с. ISBN 978-5-8333-1355-8 EDN SZMALB
4. Коновалова Т.В. История транспорта / Т.В. Коновалова, И.Н. Котенкова, С.Л. Надирян. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2025. – 215 с. EDN PSXRHN
5. Изюмский А.А. Грузовые перевозки / А.А. Изюмский, И.С. Сенин, С.В. Коцурба. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2025. – 303 с. EDN JSACHF

References

1. Transport logistics: technological features and personnel competencies: for postgraduate students of universities, researchers in the transport sector and practicing specialists / D.A. Dryuchin [et al.]. – M.; Vologda: Infra-Engineering, 2026. – 176 p. ISBN 978-5-9729-2779-1 EDN RZULQX
2. Optimization of the number of vehicles serving regular routes of urban agglomerations / D.A. Dryuchin [et al.]. - Krasnodar: Kuban State Technological University, 2024. – 178 p. EDN MFYPOR
3. Konovalova T.V. Organization of transportation services and safety of the transport process / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, I.N. Kotenkova. – Krasnodar : Kuban State Technological University, 2024. – 256 p. ISBN 978-5-8333-1355-8 EDN SZMALB
4. Konovalova T.V. History of Transport / T.V. Konovalova, I.N. Kotenkova, S.L. Nadiryan. – Krasnodar : Kuban State Technological University, 2025. – 215 p. EDN PSXRHN
5. Izyumsky A.A. Freight Transportation / A.A. Izyumsky, I.S. Senin, S.V. Kotsurba. – Krasnodar : Kuban State Technological University, 2025. – 303 p. EDN JSACHF

УДК 656.073

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК И УПРАВЛЕНИЮ ТРАНСПОРТНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ НА ПРИМЕРЕ ООО «ГПТ МОСКВА»

♦♦♦♦♦

MODERN APPROACHES TO THE ORGANIZATION OF FREIGHT TRANSPORTATION AND MANAGEMENT OF A TRANSPORT ENTERPRISE ON THE EXAMPLE OF GTLMOSCOW LLC

Коновалова Т.В.
Кубанский государственный технологический университет

Надирян С.Л.
Кубанский государственный технологический университет
sofi008008@yandex.ru

Кабишева В.М.
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В статье представлен комплексный анализ деятельности крупного российского оператора грузовых перевозок – ООО «ГЛТ Москва». Рассмотрены организационно-правовая структура предприятия, динамика ключевых финансовых показателей за период 2016–2024 гг., кадровый потенциал и география присутствия.

Ключевые слова: автомобильный грузовой транспорт, логистика, организационная структура, финансовые показатели.

Konovalova T.V.
Kuban State Technological University

Nadiryan S.L.
Kuban State Technological University
sofi008008@yandex.ru

Kabisheva V.M.
Kuban State Technological University

Annotation. The article presents a comprehensive analysis of the activities of a major Russian freight transportation operator – GLT Moscow LLC. The organizational and legal structure of the enterprise, the dynamics of key financial indicators for the period 2016–2024, personnel potential and geography of presence are considered.

Keywords: road freight transport, logistics, organizational structure, financial indicators.

Сектор автомобильных грузовых перевозок в Российской Федерации является одним из ключевых элементов экономической инфраструктуры, обеспечивающим внутренние и международные товаропотоки. В условиях геополитической турбулентности, санкционного давления и высокой конкуренции устойчивость транспортных предприятий определяется комплексом факторов: возрастом компании, диверсификацией клиентской базы, эффективностью организационной структуры и адаптивностью логистических процессов. Целью настоящей работы является анализ организационно-экономической модели и особенностей логистической деятельности ООО «ГЛТ Москва» – предприятия, демонстрирующего устойчивый рост на фоне отраслевых вызовов.

ООО «ГЛТ Москва» зарегистрировано 12 августа 2016 года. Организационно-правовая форма – общество с ограниченной ответственностью, форма собственности – частная. Уставный капитал составляет 5 млн рублей, что свидетельствует о значительном уровне ответственности перед контрагентами. Согласно данным ЕГРЮЛ, основным видом деятельности является деятельность автомобильного грузового транспорта, включающая перевозки специализированным и неспециализированным транспортом, а также аренду грузовых автомобилей с водителем. Дополнительные виды деятельности охватывают широкий спектр смежных направлений: техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств, складирование, транспортную обработку грузов, что указывает на стремление компании к вертикальной интеграции.

Ключевым индикатором устойчивости предприятия является его возраст. Средний срок функционирования юридических лиц в сфере грузовых перевозок составляет 6 лет. Возраст ООО «ГЛТ Москва» в 2025 году достиг 9 лет, что превышает среднеотраслевой показатель и свидетельствует о стабильности бизнес-модели. Финансовый анализ выявил динамику с временным «провалом» чистой прибыли в 2022 году (снижение на 50 млн руб. по сравнению с 2021 годом), что может быть связано с макроэко-

номическими шоками и перестройкой логистических цепочек после 2022 года. Однако в 2024 году предприятие продемонстрировало восстановление: выручка превысила 15 млрд руб., увеличившись на 32 % по сравнению с 2023 годом, а чистая прибыль выросла на 3 %, достигнув 147,4 млн руб. Данная динамика подтверждает эффективность управленческих решений по оптимизации деятельности.

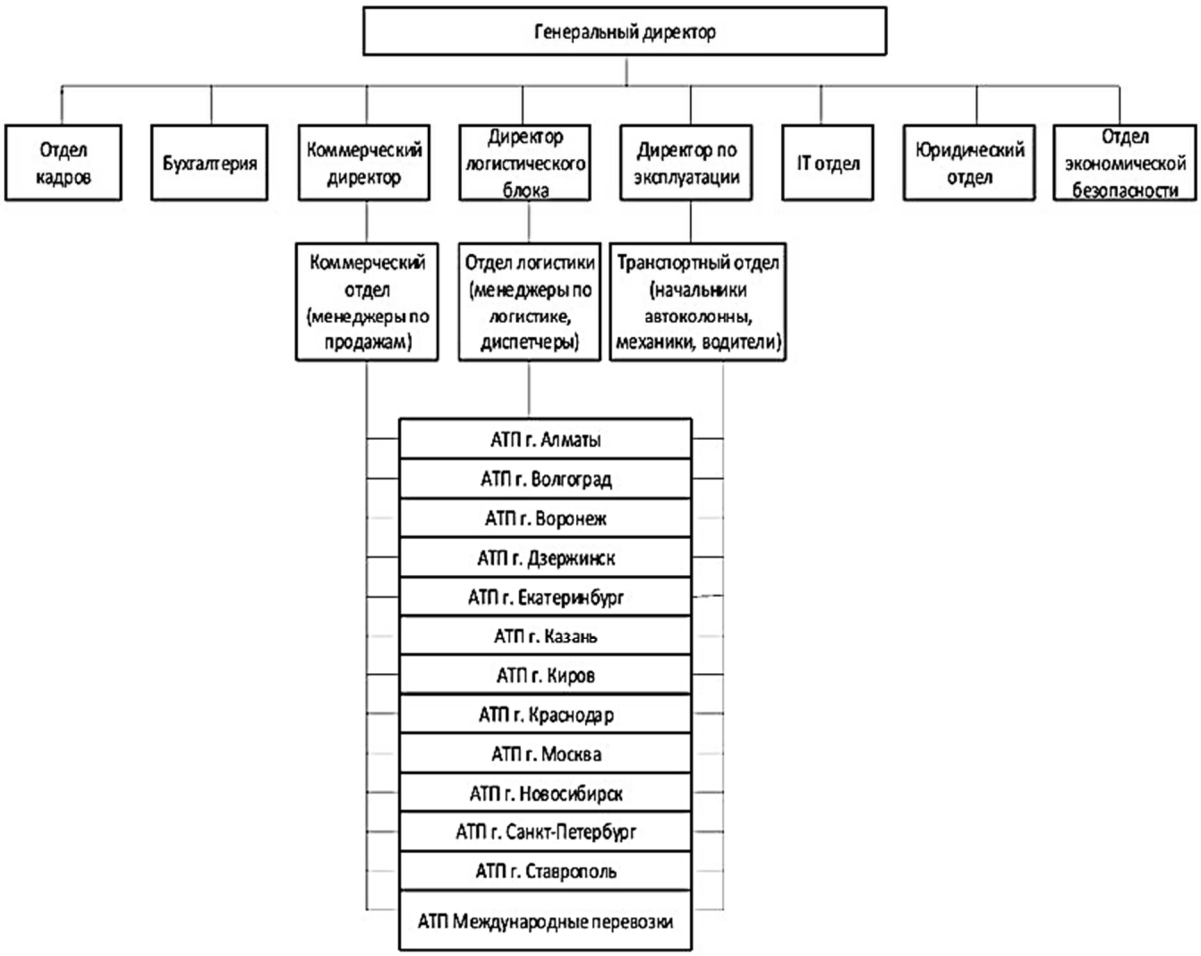


Рисунок 1 – Структурная схема ООО «ГЛТ Москва»

В компании реализована линейно-функциональная организационная структура, которая позволяет разделить полномочия: линейные звенья (транспортный отдел, АТП) осуществляют командование и оперативное управление, в то время как функциональные подразделения (бухгалтерия, юридический отдел, IT, отдел экономической безопасности) обеспечивают консультационную и методологическую поддержку. В 2020 году в условиях обострения конкуренции и геополитических рисков руководство провело аудит, в результате которого количество филиалов-АТП было сокращено с 40 до 13. На текущий момент сеть включает АТП в ключевых логистических узлах: Москва, Санкт-Петербург, Казань, Екатеринбург, Новосибирск, Краснодар, а также подразделение международных перевозок в Алматы. Среднесписочная численность работников в 2024 году составила 1920 человек. Автопарк насчитывает более 1200 единиц, включая седельные тягачи грузоподъемностью свыше 19 тонн, зерновозы и бензовозы, что позволяет обслуживать широкий спектр клиентов, среди которых – Лукойл, Яндекс, Ozon, Pepsi Co, «Магнит», «Леруа Мерлен» и другие крупные корпорации, представленные на рисунке 2.

Особенностью операционной деятельности ООО «ГЛТ Москва» является работа с разнородными грузами. В рамках исследования детально рассмотрена категория строительных материалов, составляющих значительную долю в структуре перевозок.

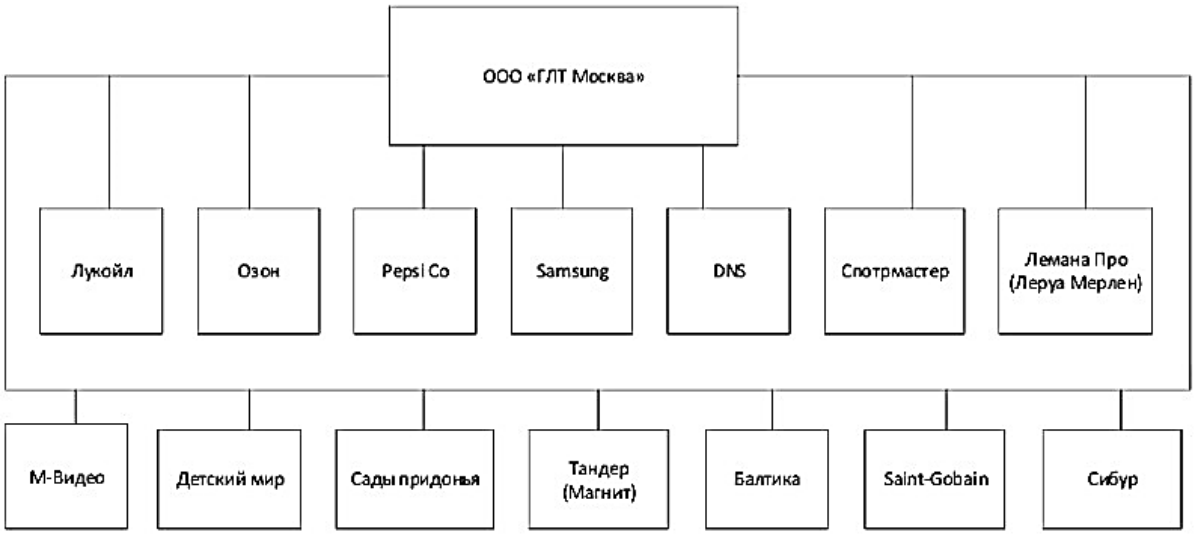


Рисунок 2 – Организации, сотрудничающие с ООО «ГЛТ Москва»

Для стабильного и устойчивого развития транспортных предприятий по перевозке грузов одним из главных приоритетов является эффективное использование основных производственных фондов и их удовлетворительное техническое состояние. То есть для дальнейшего успешного функционирования АТП весь подвижной состав должен быть технически исправен, своевременно проходить плановое техническое обслуживание и ремонты, а также содержаться в надлежащем состоянии, обеспечивающем безопасность и бесперебойную работу.

В связи с текущей международной обстановкой необходимо заменить импортные единицы подвижного состава китайскими или отечественными аналогами.

Седельный тягач нового поколения KAMAZ-54901 с колесной формулой 4 × 2 в области магистральных грузоперевозок стал более Лист 37 экономичен, комфортабелен и надежен. Новый рядный шестицилиндровый двигатель KAMAZ-910.52-460 мощностью 482 л.с., роботизированная коробка передач и гипоидный мост обеспечивают минимальный расход топлива и уверенное движение по дороге.

Применение современных высокотехнологичных конструктивных решений позволило увеличить межсервисный интервал до 120 тысяч км, при этом снизить расход топлива на 10 % по сравнению с предыдущим поколением автомобиля.

Критерии уменьшения затрат при замене подвижного состава АТП включают снижение операционных расходов (расход топлива, масла), уменьшение затрат на техническое обслуживание и ремонт, а также повышение общей эффективности за счет сокращения простоя и увеличения производительности.

Литература

1. Грузовые перевозки : учеб. пособие / А.А. Изюмский, И.С. Сенин, С.В. Коцурба. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2025. – 303 с.
2. Коновалова Т.В. Аналитические и имитационные методы исследования транспортных и пешеходных потоков / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, В М. Плаксунова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 3. – С. 30–32. EDN KGGIDC
3. Коновалова Т.В. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, И.Н. Котенкова. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2024. – 256 с. ISBN 978-5-8333-1355-8 EDN SZMALB
4. Научные проблемы экономики транспорта / А.Н. Домбровский [и др.]. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2017. – 264 с. ISBN 978-5-8333-0682-6 EDN ZUIYTN
5. Транспортная логистика: технологические особенности и компетенции кадров : для аспирантов вузов, научных работников транспортной сферы и специалистов-практиков / Д.А. Дрючин [и др.]. – М.; Вологда : Инфра-Инженерия, 2026. – 176 с. ISBN 978-5-9729-2779-1 EDN RZULQX

References

1. Cargo transportation: textbook. Allowance / A.A. Izyumsky, I.S. Senin, S.V. Kotsurba. – Krasnodar : Publishing House of KubSTU, 2025. – 303 p.
2. Konovalova T.V. Analytical and simulation methods of research of transport and pedestrian flows / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, V.M. Plaksunova // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 3. – P. 30–32. EDN KGGIDC
3. Konovalova T.V. Organization of Transportation Services and Safety of the Transport Process / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, I.N. Kotenkova. – Krasnodar : Kuban State Technological University, 2024. – 256 p. ISBN 978-5-8333-1355-8 EDN SZMALB
4. Konovalova T.V. Modern Approaches to the Organization of International Transportation of Outsized Cargo / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, V.M. Plaksunova // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 2. – P. 88–90. EDN OUZVNR
5. Transport logistics: technological features and competencies of personnel : for graduate students, transport researchers and practitioners / D.A. Dryuchin [et al.]. – M.; Vologda : Infra–Engineering, 2026. – 176 p. ISBN 978-5-9729-2779-1 EDN RZULQX

УДК 656

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРКА ГРУЗОВОГО АВТОТРАНСПОРТА, ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

♦♦♦♦♦

OPTIMIZATION OF THE FARM OF CUMPLISH AUTOMOBILE TRANSPORT, JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF MOVABLE COMPOSITION IN MODERN CONDITIONS

Коновалова Т.В.
Кубанский государственный технологический университет

Надирян С.Л.
Кубанский государственный технологический университет
sofi008008@yandex.ru

Кабишева В.М.
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые аспекты управления автотранспортным предприятием (АТП) в условиях необходимости повышения эффективности логистических процессов. Представлен сравнительный анализ технико-эксплуатационных характеристик, расчет затрат на топливо и техническое обслуживание для отечественных, белорусских и китайских аналогов.

Ключевые слова: транспортная логистика, диспетчеризация, подвижной состав, эффективность перевозок.

Konovalova T.V.
Kuban State Technological University

Nadiryan S.L.
Kuban State Technological University
sofi008008@yandex.ru

Kabisheva V.M.
Kuban State Technological University

Annotation. The article discusses the key aspects of the management of the motor transport enterprise (MTPE) in the conditions of the need to increase the efficiency of logistics processes. The comparative analysis of technical and operational characteristics, calculation of fuel and maintenance costs for domestic, Belarusian and Chinese analogues is presented.

Keywords: transport logistics, dispatching, rolling stock, transportation efficiency.

Главной задачей любой компании, осуществляющей грузовые перевозки, является обеспечение сохранности груза и своевременности его доставки конечному получателю. В условиях высокой конкуренции и роста требований к скорости доставки достижение этих целей становится невозможным без четко выстроенной системы управления. Ключевым звеном в этой системе выступает отдел логистики и диспетчеризации, который обеспечивает координацию между заказчиком, водителем и внешней средой.

Диспетчерская служба выполняет функции оперативного мониторинга активных рейсов, передачи информации от логистов водителям, отслеживания местоположения транспортных средств (ТС) с помощью специализированных программных систем, а также контроля соблюдения расписания и статуса заказов. Однако практика показывает, что традиционная модель взаимодействия «диспетчер – логист – водитель» обладает уязвимостями. Возникновение внештатных ситуаций (поломки, отклонения от маршрута) требует немедленного вмешательства, что часто приводит к перегрузке персонала, временным потерям и, как следствие, ошибкам из-за необходимости одновременно сопровождать несколько рейсов.

Эффективность логистической деятельности напрямую зависит от качества используемого программного обеспечения. Однако центральным элементом контроля за движением материального потока является система мониторинга транспорта, базирующаяся на спутниковых навигационных технологиях. Внедрение систем спутникового мониторинга позволяет решить следующие задачи:

– Трекинг местоположения: автоматическое отслеживание маршрута и остановок с оповещением диспетчера при отклонении от заданного маршрута;

– Оценка времени прибытия: автоматический расчет предполагаемого времени прибытия с учетом дорожной ситуации, что критически важно для оптимизации разгрузочных мощностей;

– Контроль сохранности груза: датчики открытия дверей грузового отсека позволяют предотвратить несанкционированный доступ и хищения;

– Безопасность автопарка: круглосуточный мониторинг на основе сигналов GPS/ГЛОНАСС защищает технику от угона.

Краснодарский филиал ООО «ГЛТ Москва» располагает парком из 81 седельного тягача. Анализ возрастной структуры парка показывает, что 29 единиц техники (Renault Magnum 2010 г.в., Scania R440 2011 г.в., DAF FT XF 105.460 2013 г.в.) приближаются к предельному сроку эксплуатации.

Средний срок службы седельного тягача при интенсивной эксплуатации составляет 10–15 лет. Дальнейшее использование машин 2010–2013 годов выпуска сопряжено с рядом негативных факторов.

В связи с изменением геополитической обстановки и уходом с российского рынка ряда европейских производителей, политика импортозамещения диктует необходимость замены выбывающих единиц техники на российские, белорусские или китайские аналоги. Среди преимуществ такой замены следует выделить: более низкую стоимость приобретения, снижение затрат на запасные части, сокращение времени простоя благодаря широкой сети сервисных центров и наличие локализованных складов комплектующих.

Для замещения выводимых из эксплуатации 29 единиц были рассмотрены модели ведущих производителей, представленных на российском рынке: российский КАМАЗ 54901, белорусский МАЗ-5440, российско-китайский «Валдай 45» (АО «НГА»), а также китайские Sitrak C7H и FAW J7. Критериями отбора выступили: стоимость приобретения, грузоподъемность, мощность, расход топлива и затраты на техническое обслуживание.

Сравнительный анализ технических характеристик, представленных в таблице 1 показал, что лидером по мощности являются FAW J7 (550 л.с.) и Sitrak C7H (540 л.с.), тогда как МАЗ-5440 обладает наименьшей мощностью (328 л.с.) и полной массой автопоезда (40 т против 45 т у «Валдай 45»).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика предлагаемого ПС

Характеристики	Марки седельных тягачей				
	КАМАЗ 54901	МАЗ-5440	Валдай 45	Sitrak C7H	FAW J7
1	2	3	4	5	6
Год выпуска	2024	2024	2024	2024	2024
Мощность, л.с.	390	328	470	540	550
Коробка передач	Робот	Механическая	Механическая	Механическая	Робот
Расход топлива на 100 км.	26	28	28	21	21
Грузоподъемность тягача, кг	11 750	10 400	9 560	10 425	11 000
Масса автопоезда, кг.	44 000	40 000	45 000	44 000	43 000
Цена, тыс. руб.	6 600	5 700	6 320	7 600	8 500

Стоимость приобретения варьируется от 5,7 млн руб. (МАЗ-5440) до 8,5 млн руб. (FAW J7). Однако низкая закупочная цена не всегда гарантирует экономическую эффективность в эксплуатации. Ключевым параметром является масса перевозимого груза. При ограничении полной массы автопоезда в 40 т у МАЗа, полезная нагрузка будет на 4–5 т меньше, чем у моделей с массой автопоезда 44–45 т. Это приведет к

необходимости совершения дополнительных рейсов для перевозки того же объема груза.

Для объективной оценки была рассчитана потребность в топливе при эксплуатации на магистральном маршруте протяженностью 2000 км (туда-обратно) с грузом 28 т (полуприцеп Koluman S, собственная масса 6,9 т).

Рассчитаем затраты на топливо за одну смену водителя в сравнении по формуле 1:

$$Q_н = 0{,}01 \times (H_{san} \cdot S + H_w \cdot W) \times (1 + 0{,}01 \cdot D), \quad (1)$$

где Hsan – норма расхода топлива на пробег автомобиля или автопоезда в снаряженном состоянии без груза, л/100 км; S – пробег автомобиля, км; Hw – норма расхода топлива на транспортную работу, л/100 км. Принимаем Hw = 1,3 л/100 км; W – объем транспортной работы, т·км; D – повышающий или понижающий поправочный коэффициент, по отношению к норме. Принимаем равным 10 %.

Результаты расчетов, представленных в таблице 2 показали, что китайские тягачи (Sitrak и FAW) благодаря современным двигателям демонстрируют значительно меньший расход топлива. При годовом пробеге, соответствующем 120 ездкам, экономия топлива при использовании FAW J7 или Sitrak C7H по сравнению с МАЗ-5440 составит более 18 000 литров на один автомобиль.

Таблица 2 – Норма расхода топлива на предложенных ТС

Марка автомобиля	Норма расхода топлива, л/100км
1	2
КАМАЗ 54901	26
МАЗ- 5440	28
Валдай 45	28
Sitrak C7H	21
FAW J7	21

Проведенное исследование выявило дилемму при обновлении парка: с одной стороны, китайские тягачи (FAW J7, Sitrak C7H) предлагают лучшую топливную эффективность и высокую мощность, что критически важно для дальних магистральных перевозок. С другой стороны, белорусские и российские производители (МАЗ, КАМАЗ) обеспечивают более низкую стоимость владения за счет дешевизны обслуживания и ремонта, а также большей доступности сервисной сети.

Оптимизация деятельности автотранспортного предприятия является комплексной задачей, включающей как цифровую трансформацию процессов управления, так и грамотное управление основными фондами.

Что касается материально-технической базы, своевременное обновление парка является критически важным для сохранения конкурентоспособности. Проведенный анализ для ООО «ГЛТ Москва» показал, что в условиях необходимости замещения 29 устаревших европейских тягачей наиболее целесообразным с экономической точки зрения является переход на технику МАЗ-5440. Данный выбор позволяет минимизировать капитальные затраты и операционные расходы на сервис, обеспечивая при этом необходимый уровень надежности и грузоподъемности.

Литература

1. Грузовые перевозки : учеб. пособие / А.А. Изюмский, И.С. Сенин, С.В. Коцурба. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2025. – 303 с.

2. Коновалова Т.В. Аналитические и имитационные методы исследования транспортных и пешеходных потоков / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, В.М. Плаксунова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 3. – С. 30–32. EDN KGGIDC
3. Коновалова Т.В. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, И.Н. Котенкова. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2024. – 256 с. ISBN 978-5-8333-1355-8 EDN SZMALB
4. Научные проблемы экономики транспорта / А.Н. Домбровский [et al.]. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2017. – 264 с. ISBN 978-5-8333-0682-6 EDN ZUIYTN
5. Транспортная логистика: технологические особенности и компетенции кадров : для аспирантов вузов, научных работников транспортной сферы и специалистов-практиков / Д.А. Дрючин [и др.]. – М.; Вологда : Инфра-Инженерия, 2026. – 176 с. ISBN 978-5-9729-2779-1 EDN RZULQX

References

1. Cargo transportation : textbook / A.A. Izyumsky, I.S. Senin, S.V. Kotsurba. – Krasnodar : Publishing House of KubSTU, 2025. – 303 p.
2. Konovalova T.V. Analytical and simulation methods of research of transport and pedestrian flows / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, V.M. Plaksunova // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 3. – P. 30–32. EDN KGGIDC
3. Konovalova T.V. Organization of Transportation Services and Safety of the Transport Process / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, I.N. Kotenkova. – Krasnodar : Kuban State Technological University, 2024. – 256 p. ISBN 978-5-8333-1355-8 EDN SZMALB
4. Konovalova T.V. Modern Approaches to the Organization of International Transportation of Outsized Cargo / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, V.M. Plaksunova // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 2. – P. 88–90. EDN OUZVNR
5. Transport logistics: technological features and competencies of personnel: For graduate students, transport researchers and practitioners / D.A. Dryuchin [et al.]. – M.; Vologda : Infra–Engineering, 2026. – 176 p. ISBN 978-5-9729-2779-1 EDN RZULQX

УДК 656.073

ОЦЕНКА ДОСТУПНОСТИ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ

♦♦♦♦♦

ASSESSMENT OF ACCESSIBILITY OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE FACILITIES FOR LOW-MOBILITY GROUPS OF THE POPULATION

Коновалова Т.В.
Кубанский государственный технологический университет

Надирян С.Л.
Кубанский государственный технологический университет
sofi008008@yandex.ru

Котенкова И.Н.
Кубанский государственный технологический университет

Гонтарук А.В.
Кубанский государственный технологический университет

Чумак А.А.
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В данной статье авторы рассматривают методику оценки доступности объектов транспортной инфраструктуры для маломобильных групп населения, включая критерии безопасности, информативности и комфортности, а также предложен подход к количественному определению доступности через энергетическую стоимость маршрута.

Ключевые слова: транспортная инфраструктура, маломобильные группы населения, доступность, энергетическая стоимость маршрута, пандусы, информационные табло.

Konovalova T.V.
Kuban State Technological University

Nadiryan S.L.
Kuban State Technological University
sofi008008@yandex.ru

Kotenkova I.N.
Kuban State Technological University

Gontaruk A.V.
Kuban State Technological University

Chumak A.A.
Kuban State Technological University

Annotation. In this article, the authors consider a methodology for assessing the accessibility of transport infrastructure facilities for low-mobility groups of the population, including criteria for safety, informativeness and comfort, as well as an approach to quantifying accessibility through the energy cost of a route.

Keywords: transport infrastructure, low mobility groups of the population, accessibility, energy cost of the route, ramps, information boards.

Повышение уровня доступности объектов транспортной инфраструктуры играет огромную роль в социально-экономическом развитии регионов.

Качественная оценка доступности определяется путем сравнения данного объекта к требованиям нормативных документов, при строительстве и проектировании. Доступность объекта оценивается по функциональным зонам:

– доступность;
– безопасность;
– информативность;
– комфортность(удобство);

Доступность объекта подразумевает свободное перемещение к месту назначения или обслуживания и пользование предоставленными услугами.

Безопасность предполагает создание условий, при которых исключен риск получения травм или увечий себе или нанесение вреда другим людям. Основные требования безопасности включают в себя сохранение жизни и здоровья человека.

Информативность определяется как получение у потребителя своевременной информации и возможность принятия необходимого решения. Требования информативности заключается в необходимости обеспечения возможности использования средств информирования, для маломобильных групп населения, точного определения места нахождения, эффективной ориентации в любое время суток, непрерывной информационной поддержки на всем пути следования по зданию или сооружению.

При размещении элементов информационного табло необходимо учитывать:

– расстояние, с которого информация будет эффективно воспринята;
– углы поля наблюдения, удобные для восприятия зрительной информации;

– рельефность, ясность текста или изображения

Комфортность среды и обслуживания оценивается со стороны психологического и физического комфорта. Комфортность заключается в создании условий для минимизации у маломобильных групп населения затрат и условий на:

– реализацию своих целей и нужд;

– обеспечение достойных условий отдыха, комфортного ожидания получаемой услуги;

– сокращение времени на получение необходимой информации;

– возникновение конфликтных ситуаций между разными группами населения;

Информация или услуга может считаться комфортной тогда, когда затраты на их получение минимальны. Повышать комфортность среды необходимо путем сокращения необходимого времени и пути для получения услуг, применением эргономичного оборудования, предоставлять несколько услуг в одном месте.

Можно выделить несколько уровней доступной среды:

1. Доступен полностью.
2. Доступен частично.
3. Доступен условно.
4. Временно недоступен.

При выборе необходимо учитывать, для каких именно групп населения используется уровень. Ограничения могут быть связаны с проблемами опорно-двигательной системы, зрением и слухом.

Существенными критериями оценки можно считать длину пути, учитывая при этом сложность маршрута, затрачиваемое время, максимальную и среднюю скорость перемещения, высоту препятствий (а именно число и высоту ступеней лестницы), углы подъемов и спусков, размеры проходов в подземных переходах, громкость голосовых и звуковых указателей, размеры и надписи на них.

При необходимости сравнения разных сред с помощью критериев, можно выявить только ярко выраженные различия в их доступности. Сложности при сравнении могут вызвать маршруты, состоящие из участков разной величины. Для решения данной проблемы необходимо подобрать критерии, которые будут подходить выбранным участкам.

Перемещение человека из точки «А», в точку «Б» требует совершения механической работы. Доступность в качестве характеристики можно рассматривать как величину, обратно пропорциональную работе, которую необходимо совершить при перемещение из пункта «А» в пункт «Б»:

$$A \sim 1 / W,$$

где A – доступность; W – механическая работа;

Использовать только этот параметр для оценки доступности среды нельзя ввиду того, что:

1. Такие параметры как: сила трения, энергозатраты на осуществление жизнедеятельности человека не учитываются;

2. Передвижение по маршруту может осуществляться не только самим человеком, но и вспомогательными средствами;

К критериям оценки доступности транспортной среды можно отнести совокупность энергозатрат и обозначить этот критерий, как «энергетическая стоимость» маршрута. Для более точной, полной характеристики доступности среды «энергетическая стоимость» может служить релевантным дополнением к существующим критериям.

«Энергетическая стоимость» маршрута даст возможность выявить незначительные различия доступности маршрутов для определенных групп населения. При анализе доступности транспортной среды необходимо учитывать, что, по сравнению со здоровыми людьми у людей с ограниченными возможностями энергетические ресурсы, эффективность преобразования энергии ниже, поэтому им требуется больше времени для совершения тех же действий. Вследствие этого, для маломобильных групп населения, максимально допустимая «энергетическая стоимость» будет ниже.

Все энергозатраты при движении по маршруту ($E_{общ}$) можно описать формулой:

$$E_{общ} = S(E_{осн.об.}xt+E_1+E_2+\ldots+E_n),$$

где $E_{общ}$ – основной обмен; t – время пути; $E_{1,2\ldots n}$ – энергия, затрачиваемая для работы различных групп мышц при различных способах и характере перемещения (определяется биомеханикой движения или необходимостью поддержания удобной позы при использовании транспортных средств на отдельных участках пути) [9].

Таким образом, количественная характеристика доступности того или иного объекта может быть определена как величина, обратно пропорциональная сумме энергозатрат на всем пути:

$$A = 1/E_{общ} = 1/\sum(E_{осн.об.} * t + E_1+E_2+\ldots+E_n).$$

Показатель доступности «А» будет выражаться в джоулях (Дж) или калориях (кал) [9].

Подобные расчеты используются на практике давно. Одним из примеров является измерение частоты сердечных сокращений у инвалидов с протезами. Для того, чтобы дать оценку результатам обучения проводят мониторинг параметров дыхания и кровообращения при физической нагрузке.

Для полного анализа доступности среды мы предлагаем использовать данную схему:

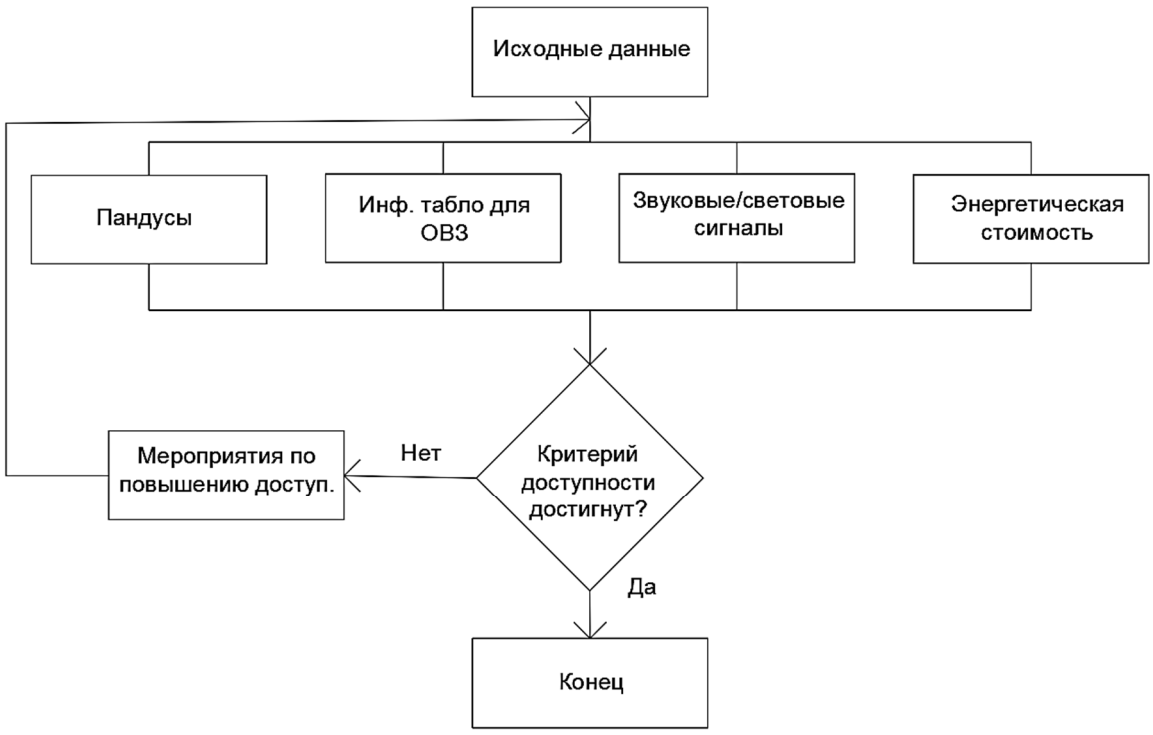


Рисунок 1 – Алгоритм расчета доступности среды для маломобильных групп населения

При расчете доступности среды для маломобильных групп населения необходимо использовать исходные данные:

1. Наличие пандусов.
2. Информационных табло для ОВЗ.
3. Звуковых, световых сигналов.
4. Расчет энергетической стоимости.

Если все критерии выполнены, следовательно, среда является доступной. Если данные неполные, необходимо разработать мероприятия по повышению доступности выбранного участка.

Литература

1. Транспортная логистика: технологические особенности и компетенции кадров : для аспирантов вузов, научных работников транспортной сферы и специалистов-практиков / Д.А. Дрючин [и др.]. – М.; Вологда : Инфра-Инженерия, 2026. – 176 с. ISBN 978-5-9729-2779-1 EDN RZULQX
2. Оптимизация численности автотранспортных средств, обслуживающих регулярные маршруты городских агломераций / Д.А. Дрючин [и др.]. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2024. – 178 с. EDN MFYPOR
3. Коновалова Т.В. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, И.Н. Котенкова. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2024. – 256 с. ISBN 978-5-8333-1355-8 EDN SZMALB
4. Коновалова Т.В. История транспорта / Т.В. Коновалова, И.Н. Котенкова, С.Л. Надирян. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2025. – 215 с. EDN PSXRHN
5. Изюмский А.А. Грузовые перевозки / А.А. Изюмский, И.С. Сенин, С.В. Коцурба. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2025. – 303 с. EDN JSACHF

References

1. Transport logistics: technological features and personnel competencies: for postgraduate students of universities, researchers in the transport sector and practicing specialists / D.A. Dryuchin [et al.]. – M.; Vologda : Infra-Engineering, 2026. – 176 p. ISBN 978-5-9729-2779-1 EDN RZULQX
2. Optimization of the number of vehicles serving regular routes of urban agglomerations / D.A. Dryuchin [et al.]. – Krasnodar : Kuban State Technological University, 2024. – 178 p. EDN MFYPOR
3. Konovalova T.V. Organization of transportation services and safety of the transport process / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, I.N. Kotenkova. – Krasnodar : Kuban State Technological University, 2024. – 256 p. ISBN 978-5-8333-1355-8 EDN SZMALB
4. Konovalova T.V. History of Transport / T.V. Konovalova, I.N. Kotenkova, S.L. Nadiryan. – Krasnodar : Kuban State Technological University, 2025. – 215 p. EDN PSXRHN
5. Izyumsky A.A. Freight Transportation / A.A. Izyumsky, I.S. Senin, S.V. Kotsurba. – Krasnodar : Kuban State Technological University, 2025. – 303 p. EDN JSACHF

УДК 656.073

ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТОВ ДВИЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДОВ ПОСРЕДСТВОМ ИНТЕГРАЦИИ «ЗЕЛЕНЫХ ЗОН ПЕРЕДВИЖЕНИЯ»

♦♦♦♦♦

OPTIMIZATION OF URBAN POPULATION MOVEMENT ROUTES THROUGH THE INTEGRATION OF «GREEN MOVEMENT ZONES»

Коновалова Т.В.
Кубанский государственный технологический университет

Надирян С.Л.
Кубанский государственный технологический университет
sofi008008@yandex.ru

Сенин И.С.
Кубанский государственный технологический университет

Гонтарук А.В.
Кубанский государственный технологический университет

Чумак А.А.
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В данной статье авторы рассматривают возможность оптимизации городских маршрутов путём создания «зеленых зон передвижения» для электросамокатов и велосипедов на примере центральной части Краснодара. Проанализированы преимущества альтернативного транспорта: снижение уровня шума, уменьшение загрязнения воздуха, повышение комфорта и безопасности передвижения.

Ключевые слова: зеленые зоны передвижения, электросамокаты, велосипеды, оптимизация маршрутов, городской транспорт, Краснодар, шумовое загрязнение, альтернативные виды транспорта.

Konovalova T.V.
Kuban State Technological University

Nadiryan S.L.
Kuban State Technological University
sofi008008@yandex.ru

Senin I.S.
Kuban State Technological University

Gontaruk A.V.
Kuban State Technological University

Chumak A.A.
Kuban State Technological University

Annotation. In this article, the authors consider the possibility of optimizing urban routes by creating «green travel zones» for electric scooters and bicycles using the example of the central part of Krasnodar. The advantages of alternative transport are analyzed: reducing noise levels, reducing air pollution, increasing comfort and safety of movement.

Keywords: green travel areas, electric scooters, bicycles, route optimization, urban transport, Krasnodar, noise pollution, alternative modes of transport.

Люди, использующие личный автомобильный транспорт, ежедневно испытывают стресс. Постоянные заторы на дорогах заставляют водителей и пассажиров тратить огромное количество времени впустую, что провоцирует возмущение и недовольство. Негативно на внутреннее состояние водителя влияет и страх попадания в ДТП, т.к. риск такой ситуации возрос пропорционально количеству личного автомобильного транспорта в городе за последние несколько лет. В то время как люди, использующие электросамокаты в качестве средства передвижения по специально отведенным участкам города – «зеленым зонам» не сталкиваются с такой огромной потерей времени и не так часто попадают в ДТП. Так, по данным статистики, в 2025 году произошло всего 631 ДТП с участием электросамокатов, количество же всех электросамокатов в России составило порядка 50000 единиц.

Объектом исследования является центральная часть города Краснодара, а именно маршрут ул. Красная–Московская, представленный на рисунке 1.

На рисунке показан пеший маршрут. Рассмотрим возможность совершенствование данного маршрута путем создания специальных проездов и «зеленых зон передвижения», предназначенных исключительно для передвижения людей на электросамокатах и велосипедах. Данный маршрут выбран по причине нахождения на улицах Красной и Московской двух крупных объектов тяготения – корпусов Кубанского государственного технологического университета. Основная категория людей, на которых будет ориентирован данный маршрут – студенты ВУЗа, которым необходимо добираться из корпуса в корпус за определенное количество времени, а также возвращаться в общежития после занятий. Помимо студентов активными пользователями таких

транспортных средств могут стать молодые люди и подростки, возвращающиеся или наоборот добирающиеся до ТЦ «Галерея» или же на ул. Красная, т.к. и ТЦ, и улица Красная сами являются объектами тяготения и местами скопления большого количества людей.

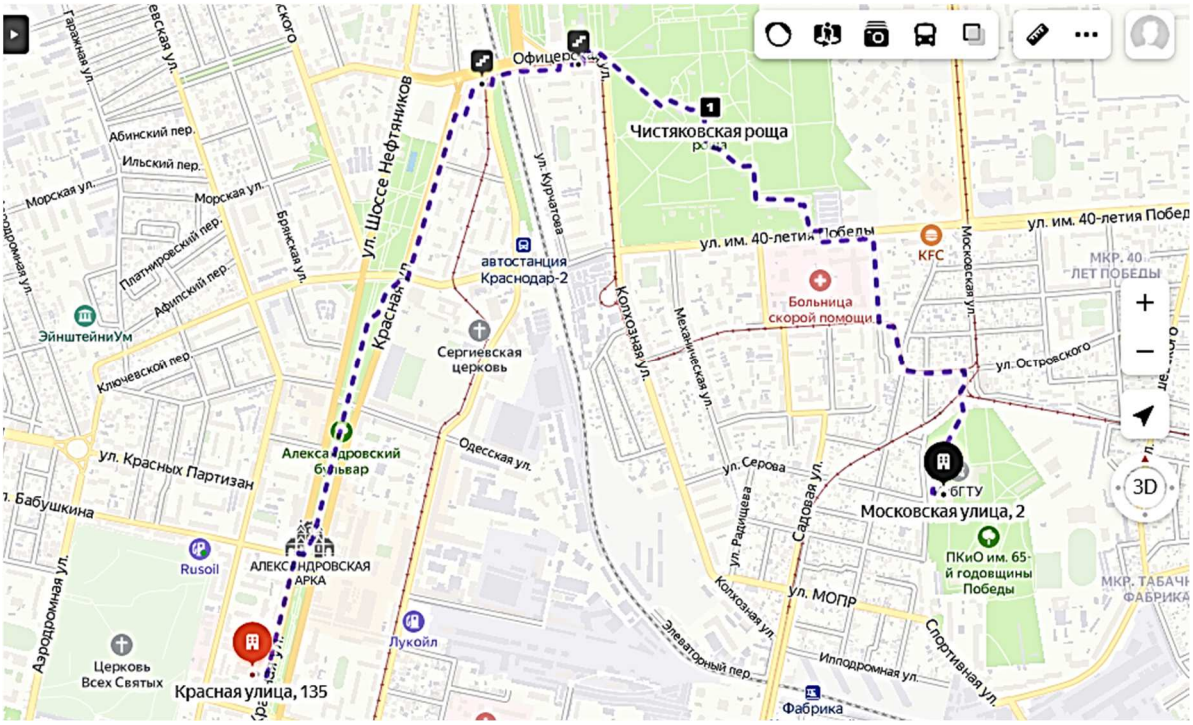


Рисунок 1 – Маршрут ул. Красная– Московская

Актуальность пересадки людей с личных автомобилей и с городского пассажирского транспорта на электросамокаты выражается не только в поддержании экологии города, но и в личном комфорте населения. Владельцы собственных автомобилей по несколько часов проводят в заторах, а пассажиры транспорта общего пользования испытывают дискомфорт на протяжении всей поездки из-за огромных скоплений толпы, вследствие чего нарушаются все личные границы и людям не хватает даже мест для сидения. Пересадка на альтернативный вид транспорта не только поможет сократить время пребывания в пути, но и гораздо повысит уровень личного комфорта при движении.

Для совершенствования маршрута ул. Красная – ул. Московская и переоборудования отдельных участков маршрута под движение только на электросамокатах и велосипедах, необходимо ввести специальные «зеленые зоны».

«Зеленая зона передвижения» представляет собой определенную часть населенного пункта, в пределах которой движение происходит строго без участия автомобилей, разрешено движение пешком или при помощи альтернативного вида транспорта: велосипедов, электросамокатов, а также городского электрического пассажирского транспорта.

Такие зоны имеют ряд преимуществ, которые являются весомыми для обеспечения максимального уровня комфорта жизни населения. В первую очередь, важнейшим плюсом создания «зеленых зон» является изолирование людей от воздействия автомобилей, как внутреннего, так и внешнего. Внутреннее воздействие автомобиля происходит, прежде всего, на водителей, однако и пассажиры этих автомобилей тоже могут его испытывать.

Помимо воздействия на водителей и пассажиров автомобильный транспорт влияет и на все остальное население. Одним из важных плюсов введения специальных «зеленых зон» является снижение уровня шума. В таблице 1 приведены уровни шума для дальнейшего сравнения нормативных значений с фактическими в городе Краснодар.

Таблица 1 – Уровни шума

Значение в дБ	Характеристика
0–10	ничего или почти ничего не слышно
15–20	еле слышно
25–30	тихо
35–45	уже довольно шумно
50–55	отчетливо слышно
60–75	шумно
85–95	очень шумно
100–115	крайне шумно
120–125	почти невыносимый уровень шума для человеческого слуха.
130	без защитного снаряжения (наушники, шлемы) у человека наступает контузия, травмы мозга
135–155 160–220	гарантирован разрыв барабанных перепонок и, внимание, легких
Свыше 220	смертельный уровень звука

Из таблицы 1 видно, что с нарастанием уровня шума увеличиваются и серьезные последствия для здоровья организма человека.

Уровень шума на дорогах России, в том числе и в Краснодаре, измеряется на различных расстояниях от самого дорожного полотна до точки измерения. В таблице 2 приведено соотношение расстояния от точки измерения до самой дороги и уровень шума в дБ:

Таблица 2 – Соотношения расстояния до дороги и уровня шума

Расстояние до дороги, м	Значение в дБ
1	2
10	70
20	67
40	64
80	61
160	58
320	55
640	52

Сопоставив значения двух таблиц в данном разделе, можно сделать вывод, что на расстоянии 10 м от дороги человек испытывает дискомфорт, т.к. уровень шума в 70 дБ является не критичным, но достаточно высоким и стоит напротив графы «шумно». Еще выше уровень дискомфорта у водителей и пассажиров, находящихся непосредственно на самой дороге, а не на определенной дистанции.

Благодаря возможности передвигаться по «зеленым зонам передвижения», не теряя времени на перемещение до нужного пункта назначения, т.к. электросамокаты компенсируют это время, люди смогут изолировать себя от высоких уровней шума, что поможет сохранить здоровье, как физическое, так и психическое.

Нельзя не сказать про огромный ущерб атмосфере от автомобильного транспорта. Автомобильные выбросы загрязняют воздух повсеместно, вследствие чего у многих людей возникают заболевания дыхательной системы. «Зеленые зоны», по которым будут передвигаться люди, помогут сократить влияние загрязненного воздуха, отравляющего организм человека. Людям не придется вдыхать такие выбросы, ожидая городской пассажирский транспорт на остановочных пунктах либо проезжая по городу в машине с открытыми окнами, что особенно актуально в жаркий летний период. «Зеленые зоны» позволяют не только строить специальные отдельные дорожки для самокатов и велосипедов, но и дают территорию для высадки новых зеленых растений и деревьев, которые обогащают воздух кислородом, столь необходимым для всех живых существ.

Еще одним плюсом использования электросамокатов и создания «зеленых зон», которые являются частью транспортной инфраструктуры для таких видов аль-

тернативного транспорта, является безопасность за счет низкой скорости передвижения. Сейчас можно встретить различные модификации электросамокатов, развивающие скорость от 10 км/час до 100 км/ч, однако, средней универсальной скоростью считается скорость 20–40 км/час. В Краснодаре пункты сдачи в аренду электросамокатов, находящиеся на улицах Красная и Московская, предоставляют электросамокаты скоростью до 20 км/час, что объясняется мерами соблюдения безопасности, т.к. данные районы города отличаются большим скоплением людей.

Электросамокаты являются также более маневренными и экономичными по сравнению с обычным автомобильным транспортом. Электросамокат дешевле в обслуживании, не требует постоянных затрат на зарядку. Более маневренным он является т.к. имеет небольшие размер и вес, может проехать по узким улочкам, что неподвластно автомобилям, а также люди могут перенести его на руках, перекатить через подземные переходы и спокойно хранить в квартире.

Важно отметить, что электросамокаты практически не влияют на износ дорожного покрытия, и, следовательно, затраты на транспортную инфраструктуру электросамокатов гораздо ниже, чем на содержание и ремонт автомобильных дорог. Все перечисленные выше причины указывают на необходимость создания таких зон в городах России. Однако, несмотря на очевидность этих преимуществ, многие автомобилисты не готовы пересесть сейчас с личных автомобилей на электросамокаты. Для того, чтобы привлечь водителей к альтернативному виду транспорта, в первую очередь необходимо обустроить инфраструктуру.

Литература

1. Транспортная логистика: технологические особенности и компетенции кадров : для аспирантов вузов, научных работников транспортной сферы и специалистов-практиков / Д.А. Дрючин [и др.]. – М.; Вологда : Инфра-Инженерия, 2026. – 176 с. ISBN 978-5-9729-2779-1 EDN RZULQX
2. Оптимизация численности автотранспортных средств, обслуживающих регулярные маршруты городских агломераций / Д.А. Дрючин [и др.]. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2024. – 178 с. EDN MFYPOR
3. Коновалова Т.В. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, И.Н. Котенкова. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2024. – 256 с. ISBN 978-5-8333-1355-8 EDN SZMALB
4. Коновалова Т.В. История транспорта / Т.В. Коновалова, И.Н. Котенкова, С.Л. Надирян. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2025. – 215 с. EDN PSXRHN
5. Изюмский А.А. Грузовые перевозки / А.А. Изюмский, И.С. Сенин, С.В. Коцурба. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2025. – 303 с. EDN JSACHF

References

1. Transport logistics: technological features and personnel competencies: for postgraduate students of universities, researchers in the transport sector and practicing specialists / D.A. Dryuchin [et al.]. – M.; Vologda : Infra-Engineering, 2026. – 176 p. ISBN 978-5-9729-2779-1 EDN RZULQX
2. Optimization of the number of vehicles serving regular routes of urban agglomerations / D.A. Dryuchin [et al.]. – Krasnodar : Kuban State Technological University, 2024. – 178 p. EDN MFYPOR
3. Konovalova T.V. Organization of transportation services and safety of the transport process / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, I.N. Kotenkova. – Krasnodar : Kuban State Technological University, 2024. – 256 p. ISBN 978-5-8333-1355-8 EDN SZMALB
4. Konovalova T.V. History of Transport / T.V. Konovalova, I.N. Kotenkova, S.L. Nadiryan. – Krasnodar : Kuban State Technological University, 2025. – 215 p. EDN PSXRHN
5. Izyumsky A.A. Freight Transportation / A.A. Izyumsky, I.S. Senin, S.V. Kotsurba. – Krasnodar : Kuban State Technological University, 2025. – 303 p. EDN JSACHF

УДК 004.5

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА КОДА НА ЯЗЫКЕ C#, ГЕНЕРИРУЕМОГО НЕЙРОСЕТЕВЫМИ АССИСТЕНТАМИ

♦♦♦♦♦

ANALYSIS OF C# CODE QUALITY GENERATED BY NEURAL NETWORK ASSISTANTS

Крюкова Вероника Олеговна
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
nika.kr1412@gmail.com

Бендега Дарья Андреевна
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
bendegadara17@gmail.com

Вонарх Юлия Сергеевна
старший преподаватель
кафедры информационных систем и программирования,
Кубанский государственный технологический университет
jul_nosova@maill.ru

Аннотация. Представлены результаты экспериментальной оценки качества кода на языке C#, генерируемого современными нейросетевыми ассистентами – GPT-4o, DeepSeek-Coder и GitHub Copilot. Исследование проводилось на трёх типовых задачах, отражающих ключевые аспекты надёжности программного обеспечения: обработка исключительных ситуаций, многопоточное суммирование массива и управление файловыми ресурсами. Каждый сгенерированный фрагмент кода проходил последовательную проверку на этапах компиляции, статического анализа с использованием Roslyn Analyzers и ручного анализа. Установлено, что все модели успешно справляются с синтаксически корректной генерацией кода, однако задачи, требующие тонкого понимания многопоточности и управления ресурсами, вызывают существенные затруднения.

Ключевые слова: LLM, генерация кода, C#, статический анализ, качество программного обеспечения, многопоточность, управление ресурсами, GPT-4o, DeepSeek-Coder, GitHub Copilot.

Kryukova Veronika Olegovna
Students,
Kuban State Technological University
nika.kr1412@gmail.com

Bendega Darya Andreevna
Students,
Kuban State Technological University
bendegadara17@gmail.com

Vonarkh Yulia Sergeevna
Senior Lecturer of the Department
of Information Systems and Programming,
Kuban State Technological University
jul_nosova@maill.ru

Annotation. The article presents the results of an experimental evaluation of the quality of C# code generated by modern neural network assistants – GPT-4o, DeepSeek-Coder, and GitHub Copilot. The study was conducted on three typical tasks reflecting key aspects of software reliability: exception handling, multithreaded array summation, and file resource management. Each generated code fragment underwent sequential verification at the stages of compilation, static analysis using Roslyn Analyzers, and manual analysis. It was found that all models successfully handle syntactically correct code generation; however, tasks requiring a nuanced understanding of multithreading and resource management pose significant challenges.

Keywords: LLM, code generation, C#, static analysis, software quality, multithreading, resource management, GPT-4o, DeepSeek-Coder, GitHub Copilot.

Генеративные нейросетевые модели, такие как GitHub Copilot, ChatGPT и DeepSeek-Coder, активно внедряются в повседневную практику разработки программного обеспечения [1–3]. Эти инструменты позволяют автоматизировать написание шаблонного кода, предлагать алгоритмические решения и ускорять процесс разработки. Однако широкое распространение LLM-ассистентов ставит вопрос о качестве и надежности генерируемого ими кода [4, 5].

В данной работе проводится экспериментальная оценка качества кода на языке C#, сгенерированного современными LLM, на примере трех типовых задач: обработка исключительных ситуаций, многопоточное суммирование и управление файловыми ресурсами.

Постановка эксперимента

Для оценки качества кода, генерируемого нейросетевыми ассистентами, был спланирован и проведён эксперимент, включающий выбор исследуемых моделей,

формулировку типовых задач разработки на языке C#, а также определение метрик и инструментов анализа. Эксперимент построен таким образом, чтобы охватить ключевые аспекты надежности программного обеспечения: обработку исключительных ситуаций, многопоточность и управление ресурсами.

В эксперименте участвуют три генеративные модели, получившие наибольшее распространение в среде разработчиков:

- GPT-4o (OpenAI) – универсальная мультимодальная большая языковая модель, поддерживающая генерацию кода на различных языках программирования [1]. Обладает широкими знаниями в области программирования, но не специализируется исключительно на ней;
- DeepSeek-Coder (DeepSeek) – модель, специализированная на генерации программного кода [2]. Обучалась на корпусе из 2 триллионах токенов кода, что позволяет ей лучше воспроизводить паттерны системного программирования;
- GitHub Copilot (Microsoft / OpenAI) – коммерческий инструмент на базе архитектуры Codex, интегрированный в большинство современных сред разработки [3]. Является одним из наиболее широко используемым LLM-ассистентом в индустрии.

Для оценки качества кода были выбраны три задачи, отражающие ключевые аспекты надежности программного обеспечения: обработка ошибок, многопоточность и управление ресурсами.

Задача 1. Написать класс SafeCalculator с методами деления и извлечения квадратного корня. При делении на ноль или отрицательном подкоренном выражении выбрасывать исключения.

Задача 2. Написать метод, который принимает массив целых чисел и количество потоков, разбивает массив на части, суммирует каждую часть в отдельном потоке, а затем складывает результаты.

Задача 3. Написать класс FileProcessor, который открывает файл, читает из него строки и корректно закрывает ресурс.

Каждый сгенерированный фрагмент кода проходил следующие этапы проверки:

Компиляция – проверка синтаксической корректности.

Статический анализ – оценка предупреждений Roslyn Analyzers.

Ручной анализ – выявление логических ошибок, гонок данных, обработки исключений, утечек ресурсов.

Для систематизации результатов эксперимента использовались следующие метрики:

- Успешность компиляции.
- Количество предупреждений.
- Наличие критических ошибок.
- Итоговая оценка: «пригоден», «требует доработки», «непригоден».

На первом этапе выполнялась компиляция с использованием. NET 8 SDK. Все три исследуемые модели (табл. 1) продемонстрировали высокий уровень владения синтаксисом языка C# – ни в одном из девяти сгенерированных фрагментов кода не было обнаружено ошибок компиляции [4].

Данный результат свидетельствует о том, что современные LLM успешно усваивают формальные правила языка программирования и способны генерировать синтаксически корректные конструкции, пригодные для непосредственной компиляции.

Второй этап проверки выполнялся с помощью встроенного анализатора Roslyn Analyzers. Наибольшее количество предупреждений (табл. 1) (19) было зафиксировано у DeepSeek-Coder в задаче работы с файлами. Однако, как показал последующий ручной анализ, эти предупреждения носили преимущественно стилистический характер и не влияли на функциональную корректность кода.

Напротив, GitHub Copilot сгенерировал для той же задачи код с четырьмя предупреждениями (табл. 1), но ручная оценка оказалась ниже. Данное наблюдение указывает на то, что количество предупреждений статического анализа не является прямым индикатором качества кода.

Третий этап представлял собой ручной анализ, в ходе которого оценивалась логическая корректность решений, наличие гонок данных, утечек ресурсов, корректность обработки исключительных ситуаций и общее качество реализации.

Задача калькулятора оказалась наименее сложной для всех трёх моделей – все сгенерированные решения были признаны пригодными к использованию (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты эксперимента

	Задачи	Компиляция		Статический анализ	Ручной анализ	Итог
		Ошибка	Предупреждение			
GPT-4o	Калькулятор	0	0	4	–	Пригоден
	Параллельная сумма	0	0	3	Гонка данных, Обработка исключений	Требует доработки
	Работа с файлом	0	1	4	Утечка ресурсов, Обработка исключений, Гонка данных	Требует доработки
DeepSeek-Coder	Калькулятор	0	0	4	–	Пригоден
	Параллельная сумма	0	1	5	–	Пригоден
	Работа с файлом	0	1	19	–	Пригоден
GitHub Copilot	Калькулятор	0	0	5	–	Пригоден
	Параллельная сумма	0	0	2	Гонка данных, Обработка исключений	Требует доработки
	Работа с файлом	0	4	3	–	Пригоден

Наиболее показательные результаты (табл. 1) были получены при ручном анализе задачи на параллельное суммирование. DeepSeek-Coder создала корректную реализацию. В то время как GPT-4o и GitHub Copilot допустили в этой задаче идентичную критическую ошибку: некорректный захват переменных в замыканиях при создании потоков в цикле. Данная ошибка приводит к состоянию гонки данных, при котором несколько потоков могут обрабатывать один и тот же диапазон массива, а некоторые диапазоны – оставаться необработанными. Результат вычислений становится непредсказуемым и зависит от времени выполнения потоков.

В задаче работы с файлами GPT-4o сгенерировал код, использующий итератор, что привело к потенциальной утечке ресурсов: если перебор строк прерывался досрочно, файловый дескриптор оставался открытым.

Анализ результатов

Проведённый эксперимент позволяет сделать ряд выводов о качестве кода, генерируемого современными LLM-ассистентами, а также выявить области, требующие дальнейшего совершенствования.

Наиболее сложной для LLM-ассистентов оказалась задача, требующая корректной реализации многопоточности. Ошибка захвата переменных в замыканиях, допущенная двумя из трёх моделей, является классическим примером проблемы, связанной с различием между временем захвата переменной и временем её фактического использования.

Задача работы с файлами выявила различия в подходах к управлению неуправляемыми ресурсами. Модель, сгенерировавшая код с использованием итератор, не учла особенностей ленивых вычислений, что привело к потенциальным утечкам ресурсов. Модели, использовавшие явную реализацию IDisposable и оператор using, по-

казали более высокий уровень понимания принципов управления ресурсами в NET. Данное наблюдение позволяет предположить, что LLM склонны воспроизводить паттерны, часто встречающиеся в обучающей выборке, при этом менее распространённые, но более безопасные паттерны могут игнорироваться [4].

Несмотря на высокое качество генерируемого кода, ни одно из решений не может быть признано полностью автономным без участия разработчика. Для получения полностью готового кода требуется обязательный этап ручной проверки, особенно для задач, связанных с многопоточностью и управлением ресурсами. Данный вывод согласуется с результатами исследований [4, 5], авторы которых отмечают, что LLM-ассистенты следует рассматривать как инструмент повышения продуктивности, но не как замену экспертной оценке.

Заключение

Проведённый эксперимент показывает, что современные LLM-ассистенты способны генерировать синтаксически корректный код на языке C#, успешно справляясь с типовыми задачами обработки исключений и управления ресурсами. Однако задачи, требующие тонкого понимания многопоточности и особенностей выполнения кода, остаются сложными для генеративных моделей.

DeepSeek-Coder, как специализированное решение, демонстрирует преимущества перед универсальными моделями в задачах программной инженерии. Полученные результаты подтверждают необходимость дальнейшего совершенствования LLM-ассистентов в области корректной обработки конкурентного выполнения и управления ресурсами.

Литература / References

1. OpenAI. GPT-4 Technical Report // arXiv:2303.08774.
2. DeepSeek-Coder: When the Large Language Model Meets Programming / D. Guo [et al.] // arXiv:2401.14196. – 2024.
3. The GitHub Copilot Experience: A Study of Productivity and Quality / C. Bird [et al.] // Proceedings of the 2023 ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering (ESEM). – 2023.
4. Barke S. Grounded Copilot: How Programmers Interact with Code-Generating Models / S. Barke, M.B. James, N. Polikarpova // Proceedings of the ACM on Programming Languages (OOPSLA). – 2023.
5. Vaithilingam P. Expectation vs. Experience: Evaluating the Usability of Code Generation Tools Powered by Large Language Models / P. Vaithilingam, T. Zhang, E.L. Glassman // Proceedings of the 2022 ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI). – 2022.

УДК 656

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ, ПРОХОДЯЩИХ ПО ТЕРРИТОРИИ РОССИИ В СУЩЕСТВУЮЩИХ УСЛОВИЯХ

♦♦♦♦♦

ANALYSIS OF THE CURRENT CONDITION OF TRANSPORT CORRIDORS PASSING THROUGH THE TERRITORY OF RUSSIA UNDER EXISTING CONDITIONS

Надирян С.Л.
Кубанский государственный технологический университет
sofi008008@yandex.ru

Кабишева В.М.
Кубанский государственный технологический университет

Кузьмина М.А.
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В данной статье авторами рассматриваются международные транспортные коридоры. Подробно проанализирована сеть панъевропейских коридоров и Транссибирской магистрали. Особое внимание уделяется современному состоянию и развитию ключевых евразийских маршрутов «Север-Юг» и «Восток-Запад». Рассмотрены меры адаптации транспортной системы в санкционных ограничениях.

Ключевые слова: международные транспортные коридоры, транзит, морской путь, грузоперевозки.

Nadiryan S.L.
Kuban State Technological University
sofi008008@yandex.ru

Kabisheva V.M.
Kuban State Technological University

Kuzmina M.A.
Kuban State Technological University

Annotation. In this article, the authors consider international transport corridors. The network of pan-European corridors and the Trans-Siberian Railway was analyzed in detail. Particular attention is paid to the modern state and development of the key Eurasian routes «North-South» and «East-West». Measures of adaptation of the transport system in sanctions restrictions are considered.

Keywords: international transport corridors, transit, sea route, cargo transportation.

Международные транспортные коридоры можно классифицировать по различным критериям, таким как вид транспорта, географическое расположение и функциональное назначение. Рассмотрим основные типы международных транспортных коридоров более подробно.

Автомобильные международные коридоры представляют собой сети дорог, соединяющие различные страны и регионы. Они играют ключевую роль в грузовых и пассажирских перевозках благодаря своей гибкости и доступности.

Санкционные ограничения привели к усложнению логистических цепочек. В частности, увеличилось количество проверок и таможенных процедур для грузов. Это замедлило время обработки грузов и увеличило транспортные расходы.

Панъевропейские транспортные международные коридоры, которые связывают страны Европы с Восточной Европой и Азией, включают в себя основные магистрали, соединяющие ключевые города и регионы, и обеспечивает эффективное движение грузов и пассажиров по всему континенту, схема представлена на рисунке 1.

Панъевропейский транспортный коридор № 1 – PE1 (ответвление от основного направления коридора: граница с Латвией (от Риги) – Калининград – граница с Польшей (на Гданьск)).

– Панъевропейский транспортный коридор № 2 – PE2 (граница с Белоруссией (от Минска) – Смоленск – Москва – Нижний Новгород с предполагаемым продолжением до Екатеринбурга).

– Панъевропейский транспортный коридор № 9 – PE9 (граница с Финляндией (от Хельсинки) – Санкт-Петербург – Москва – граница с Украиной (на Киев) и ответвления коридора Санкт-Петербург – граница с Белоруссией (на Витебск) и граница с Литвой (от Вильнюса) – Калининград).

Наибольшую протяженность по территории ЕАЭС из европейских МТК в настоящее время имеет Панъевропейский транспортный коридор № 9, который проходит от

Хельсинки до Санкт-Петербурга и далее следует по двум маршрутам: через Псков и Республику Беларусь и через Центральную Россию. В связи с развитием евразийских логистических направлений Россия предложила официально продлить ПТК № 9 и уже реализует его продолжение в направлениях: Москва – Ростов – порты Кубани и Крыма, Москва – Волгоград – Астрахань.

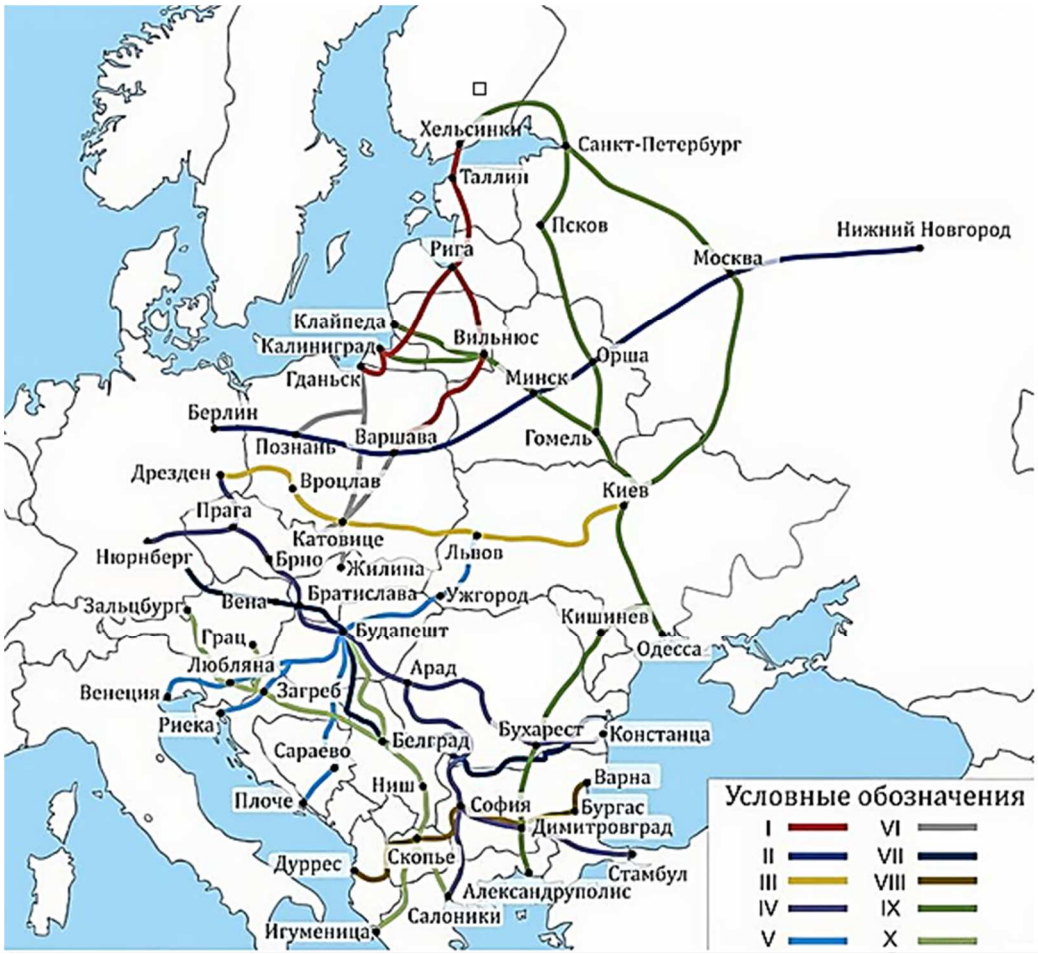


Рисунок 1 – Сеть панъевропейских транспортных коридоров

Транссибирская магистраль – это в первую очередь железнодорожный маршрут, он также включает в себя автомобильные дороги, которые обеспечивают доступ к ключевым точкам вдоль маршрута. Это самая длинная железная дорога в мире, проложена через Евразию, длиною 9288,2 км, она соединяет Москву и Санкт-Петербург с крупнейшими восточносибирскими и дальневосточными промышленными городами России. Это важный коридор для транспортировки товаров между Европой и Азией, представлен на рисунке 2.

Железнодорожные коридоры обеспечивают эффективные и экономически выгодные перевозки на большие расстояния. Они часто используются для транспортировки тяжелых грузов.

Коридор «Север-Юг» – проект, направленный на соединение России, Ирана, Индии и соседними странами. Коридор не только соединяет Россию со странами прикаспийского региона, но и находится на пересечении других важных логистических маршрутов, ведущих в Китай через Центральную Азию и в Турцию через Иран и Азербайджан. Вместе они представляют собой Евразийский транспортный каркас, выступающий ключом как к межконтинентальной, так и внутренней торговле региона. Когда идея коридора только зарождалась, немаловажную роль в нем играли страны Евросоюза, однако после введенных санкций в 2022 году сместили акценты: в прошлом году ЕС запретил въезд фур с российскими и белорусскими номерами. Исключения соста-

вили только фармацевтическая, медицинская, пищевая и сельскохозяйственная продукция, а также удобрения и гуманитарные грузы. Схема МТК «Север-Юг» представлена на рисунке 3.

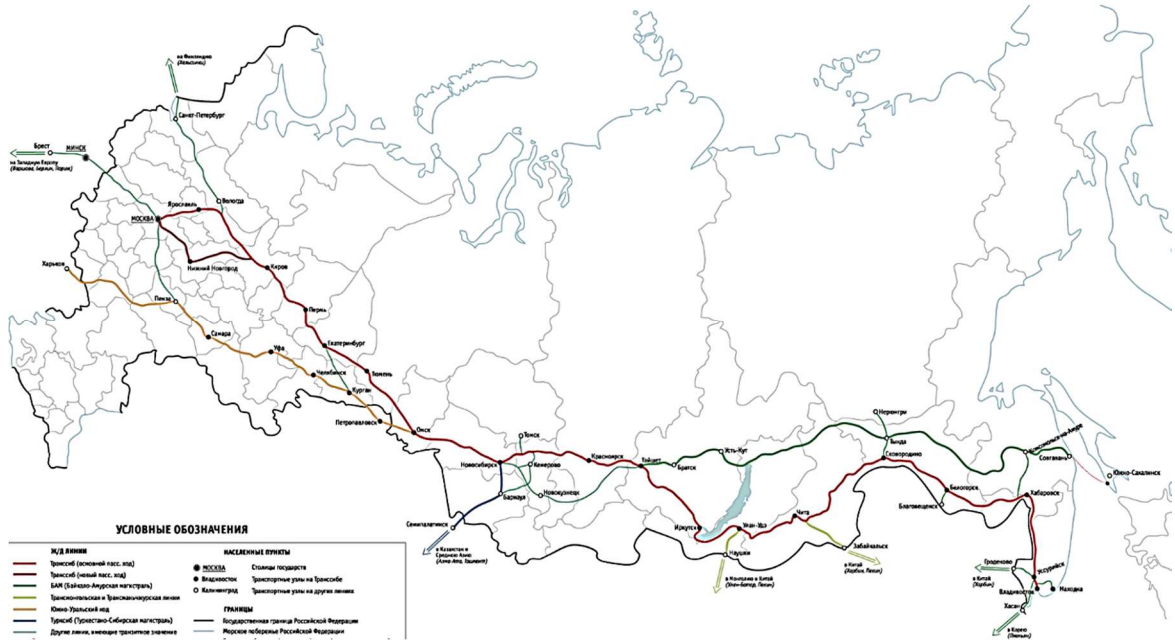


Рисунок 2 – Схема транссибирская магистраль



Рисунок 3 – Схема МТК «Север-Юг»

Продолжается реализация крупных инвестиционных проектов: удлинение путей на станции Волжский (Трубная), комплексная реконструкция узловой станции им. Максима Горького (включая строительство второго пути и новой сортировочной системы), а также реконструкция станции Аксарайская-2 и строительство второго пути на участке Аксарайская-2 – Малый Арал в Астраханской области.

В апреле 2025 года открыто движение по двум новым путепроводам на автомобильной трассе Р-22 «Каспий» (участок Волгоград – Октябрьский – Котельниково – Зимовники – Сальск), которая является частью автодорожной составляющей МТК «Север-Юг».

Коридор «Восток – Запад» соединяющий Европу с Азией, является возрождением исторического Великого Шелкового Пути. Данный проект разработан для увеличения объёма грузоперевозок из Китая в Турцию и страны Европы, а также в обратном направлении. В 2023 году общий объем транзита по этому коридору составил около 700 тысяч ДФЭ, что свидетельствует о растущем интересе к этому маршруту со стороны грузоперевозчиков.



Рисунок 4 – Схема МТК «Восток – Запад»

Поезда, следующие по этому коридору, доставляют грузы в Европу из Китая в среднем в течение 10–12 дней. Это одно из главных преимуществ транспортного коридора.



Рисунок 5 – Схема «Северного морского пути»

Морские коридоры представляют собой важные маршруты для международной торговли, позволяя перевозить большие объемы грузов между континентами. Ключевые морские коридоры включают:

После 2022 года морской коридор «Северный морской путь» практически не используется иностранными торговыми судами для доставки товаров в российские порты или в качестве транзитного маршрута. Исключения – контейнерные перевозки между Китаем и Россией.

Кроме того, круглогодичная навигация открывает возможности для увеличения транзитных перевозок, о чём свидетельствует рост объёма транзитных грузов, достигший исторического рекорда. В 2024 году объём грузоперевозок по СМП достиг рекордного показателя в 37,9 млн тонн, что на 4,4 % больше, чем в предыдущем году.

Важнейшим транзитным грузом по-прежнему остаётся сырая нефть, которая составила 62 % всех перевозок. В 2024 году было перевезено 1,89 млн тонн нефти за 18 рейсов из Приморска, Мурманска и с платформы «Приразломная». Навалочные грузы заняли второе место по объёму транзитных перевозок на СМП, достигнув объёма 877 тысяч тонн.

Санкции также затрудняют доступ России к передовым технологиям в области логистики и управления транспортными потоками. Западные компании ограничили поставки оборудования для транспортной инфраструктуры, что затрудняет модернизацию транспортных узлов и создание новых маршрутов. Кроме того, ограничения в области финансовых операций и запрет на инвестиции в российскую транспортную систему делают проблематичным привлечение внешних ресурсов для модернизации и расширения коридоров.

Для обеспечения устойчивого функционирования транспортных коридоров в условиях санкций Россия вынуждена активно развивать свою транспортную инфраструктуру. Это включает модернизацию железных дорог, портов, автомобильных и авиационных узлов

В условиях санкций одним из ключевых направлений адаптации транспортной системы становится цифровизация процессов. Использование цифровых технологий для управления транспортными потоками и таможенными операциями позволяет сократить время обработки грузов и повысить эффективность логистики. Цифровизация способствует снижению зависимости от западных технологических решений и стимулирует развитие внутренних компетенций.

Последние годы характеризуются рядом значимых событий. Наблюдается интенсификация инфраструктурных работ, включая ремонт ключевых участков железных дорог и ввод в эксплуатацию новых объектов дорожной сети, направленных на устранение «узких мест».

Общий прогноз указывает на сохранение положительной динамики развития транспортных коридоров в регионе. Однако реализация заявленных амбициозных планов по увеличению грузопотока потребует значительных и скоординированных инвестиций, эффективного международного сотрудничества и политической воли для преодоления существующих барьеров.

Литература

1. Грузовые перевозки : учеб. пособие / А.А. Изюмский, И.С. Сенин, С.В. Коцурба. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2025. – 303 с.
2. Коновалова Т.В. Аналитические и имитационные методы исследования транспортных и пешеходных потоков / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, В.М. Плаксунова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 3. – С. 30–32. EDN KGGIDC
3. Коновалова Т.В. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, И.Н. Котенкова. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2024. – 256 с. ISBN 978-5-8333-1355-8 EDN SZMALB
4. Коновалова Т.В. Современные подходы к организации международных перевозок негабаритных грузов / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, В.М. Плаксунова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 2. – С. 88–90. EDN OUZVNR

5. Транспортная логистика: технологические особенности и компетенции кадров : для аспирантов вузов, научных работников транспортной сферы и специалистов-практиков / Д.А. Дрючин [и др.]. – М.; Вологда : Инфра-Инженерия, 2026. – 176 с. ISBN 978-5-9729-2779-1 EDN RZULQX

References

1. Cargo transportation : textbook / A.A. Izyumsky, I.S. Senin, S.V. Kotsurba. – Krasnodar : Publishing House of KubSTU, 2025. – 303 p.
2. Konovalova T.V. Analytical and simulation methods of research of transport and pedestrian flows / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, V.M. Plaksunova // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 3. – P. 30–32. EDN KGGIDC
3. Konovalova T.V. Organization of Transportation Services and Safety of the Transport Process / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, I.N. Kotenkova. – Krasnodar : Kuban State Technological University, 2024. – 256 p. ISBN 978-5-8333-1355-8 EDN SZMALB
4. Konovalova T.V. Modern Approaches to the Organization of International Transportation of Outsized Cargo / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, V.M. Plaksunova // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 2. – P. 88–90. EDN OUZVNR
5. Transport logistics: technological features and competencies of personnel: For graduate students, transport researchers and practitioners / D.A. Dryuchin, V. I. Rassokha, S.L. Nadiryan [et al.]. – M.; Vologda : Infra-Engineering, 2026. – 176 p. ISBN 978-5-9729-2779-1 EDN RZULQX

УДК 656

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ РОССИЙСКИХ ПЕРЕВОЗЧИКОВ НА МИРОВОМ ТРАНСПОРТНОМ РЫНКЕ

♦♦♦♦♦

ANALYSIS OF THE CURRENT POSITION OF RUSSIAN CARRIERS IN THE GLOBAL TRANSPORT MARKET

Надирян С.Л.
Кубанский государственный технологический университет
sofi008008@yandex.ru

Кабишева В.М.
Кубанский государственный технологический университет

Тыргалов К.В.
Кубанский государственный технологический университет

Кузьмина М.А.
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В данной статье авторами проанализировано влияние санкций 2022–2025 гг. на транспортировку грузов и торговлю России. Рассмотрены проблемы переориентации логистики на Восток, обновления автопарка и роль параллельного импорта в адаптации экономики.

Ключевые слова: транспортная логистика, грузоперевозки, параллельный импорт, грузооборот.

Nadiryan S.L.
Kuban State Technological University
sofi008008@yandex.ru

Kabisheva V.M.
Kuban State Technological University

Tyrgalov K.V.
Kuban State Technological University

Kuzmina M.A.
Kuban State Technological University

Annotation. In this article, the authors analyzed the impact of sanctions 2022–2025. on the transportation of goods and trade in Russia. The problems of reorientation of logistics to the East, renewal of the fleet and the role of parallel imports in the adaptation of the economy are considered.

Keywords: transport logistics, cargo transportation, parallel imports, cargo turnover.

Роль и место России в условиях введения санкций на международную транспортировку грузов и торговлю в целом, оказывает серьезное влияние на экономический, политический и производственный сектора экономики. Учитывая влияние санкций, актуальность данной темы обусловлена необходимостью адоптироваться под существующие условия ведения внешнеэкономической деятельности, разработать меры по снижению зависимости от импортных товаров и услуг и бесперебойного функционирования всех секторов экономики.

После введения в отношении России санкций с 24.02.2022, стабильность в секторе международных перевозок нарушилась. Актуальные ранее направления и маршруты стали санкционными. Это касается как импорта, так и экспорта. Перед Россией появилась тяжелая задача, сохранить свое место на рынке транспортных услуг, с учетом существующих реалий. Многие транспортные компании, которые специализировались на международных перевозках пребывали некоторое время в подвешенном состоянии и не знании, куда двигаться дальше. Некоторые из вовсе перестали функционировать, самые стойкие, переориентировали направления поставок на соседние государства, которые не являются сторонниками санкций. После введения санкций, основными торговыми партнерами России стали: Казахстан, Беларусь, Китай, Индия, Саудовская Аравия, Таджикистан, Узбекистан. Пришлось проделать колоссальную работу чтобы найти новых партнеров в вышеперечисленных странах, для того чтобы компенсировать потерю поставок в страны западной части материка. Судя по приведенным данным, к 2024 году, с определенными товарами удалось даже улучшить положение экономического сектора за счет поставок таких категорий товаров как: зерновые и зернобобовые культуры, мясная и молочная продукция, плоды, ягоды, картофель, овощи открытого грунта. Значение экспорта данных категорий поставок увеличилось на 10 % в сравнении с 2023 годом и составило примерно 110 млн тонн продукции. В 2021 году это значение составило порядка 96 млн тонн.

Рассматривая положение российских перевозчиков, нельзя не упомянуть проблемы, с которыми компании сталкиваются в процессе организации транспортировки. Например, необходимость замены подвижного состава (тягачей, прицепов, полуприцепов, спецтехники). Ранее, у российских перевозчиков популярными были тягачи MAN, Mercedes-Benz, Scania и прицепы: Schmitz Cargobull, Krone, Grunwald, Koegel, европейского производства (рис. 1).



Рисунок 1 – Автопоезд Scania R450 с прицепом Krone

Сегодня, положение вынуждает отказываться от эксплуатации ранее используемых автопоездов. Это происходит за счет нарушения поставок транспортных единиц и их комплектующих, дороговизны использования и обслуживания, неактуальности моделей на рынке.

На смену им уже поступили и активно эксплуатируются тягачи китайского производства: Sitrak, FAW, Shacman, Foton и прицепы иранского производства Mammut, (рис. 2) однако ранее используемые прицепы также нередко встречаются при выполнении различной транспортной работы, за счет довольно простого обслуживания и малого количества конкурентов.

Также активнее стали использовать подвижной состав отечественного производителя, например, Камаз, Тонар, Урал.



Рисунок 2 – Автопоезд Sitrak C7H 480

Стоит упомянуть и неудобства, связанные с IT составляющей, большинство компаний, осуществляющих свою деятельность на международном рынке, использовали американское и европейское программное обеспечение, торговые биржи для поиска грузов, система учета данных. После их ухода с рынка, пришлось оперативно искать замену торговым площадкам и новых партнеров. На сегодняшний день, компании все чаще торгуют на российских биржах типа Loginet, CargoMarket, а взаимодействие между нынешними иностранными партнерами осуществляется за счет использование мессенджеров типа WeChat в Китае и электронной почты.

По настоящему большой проблемой можно выделить значительный рост закупочной стоимости товаров импортных производителей, юридические проблемы с оформлением на различных этапах транспортировки, а также частые аресты грузов и автомобилей. Данные проблемы глобальнее предыдущих, за счет их влияния не только на транспортные компании, но и на конечного потребителя. Ведь сталкиваясь со всеми вышеперечисленными трудностями и не стабильной экономической ситуацией, рост стоимости товаров и услуг будет неизбежен.

Санкционная политика всегда является ограничением и вызовом для той компании, отрасли или страны, в отношении которой эти санкции были введены. Если углубиться, Россия начала находится под действием санкций еще с 2014 года, что уже оказало влияние на все государственные и коммерческие сектора. Ситуация, произошедшая в 2022 году, лишь усугубила действие санкций на большинство физических и юридических лиц, поддерживающих современную позицию России.

Рассматривая влияние ввода санкций на российский транспортный сектор международного уровня, нельзя не учитывать экономическую составляющую, так как во многом работа транспорта формируется по современному состоянию экономики государства и ровно также оказывает влияние на нее.

После введения последнего 16 пакета санкций в отношении России 24.02.2025, который включает в себя санкции для отдельно взятых физических лиц и компаний, чьи активы подвержены заморозке, также он подразумевает ограничение во взаимодействии торговых, транспортных, инжерно-научных организаций, это вновь стало аспектом разрыва оставшихся логистических цепочек.

Говоря о ситуации на российском транспортном рынке в целом, он переживает не самые свои лучшие условия ведения бизнеса. Затрагивая рынок морских перевозок, российские перевозчики потеряли возможность прямой транспортировки своих природных ресурсов типа LPG/LNG, зерна, продовольствия в европейские порты. Также они все чаще вынуждены переводить свои суда под государственный флаг России, так как санкции подразумевают отсутствие возможности судна, работающего в российской судоходной компании, находится под флагом страны, подписавшуюся под введение в отношении России санкций.

Авиатранспорт не стал исключением. Авиакомпании теперь не имеют возможности осуществлять прямые рейсы пассажирских и грузовых перевозок на территорию Евросоюза и ряда других стран, поддержавших санкции. Чтобы доставить пассажира или груз, теперь необходимо прибегнуть к перевозке через транзитную страну, например, Турцию, Грузию или Армению.

Трубопроводный транспорт также ощутил на себе влияние санкций, а также физическое воздействие в виде подрыва газопровода Северный поток-2. И введения ограничений на ряд работы газопроводов, действующим из которых, соединяющих Россию и европейскую часть материка остался только «Голубой поток», соединяющий Россию и Турцию. В 2025 году «Газпром» будет экспортировать 38 млрд $м^3$ в Китай, около 25 млрд $м^3$ – в Турцию и 15 млрд $м^3$ – в Европу по «Голубому потоку» через Черное море.

Таким образом, доля российского газового сектора кратно уменьшилась в направлении и Европы и увеличилась в восточном направлении.

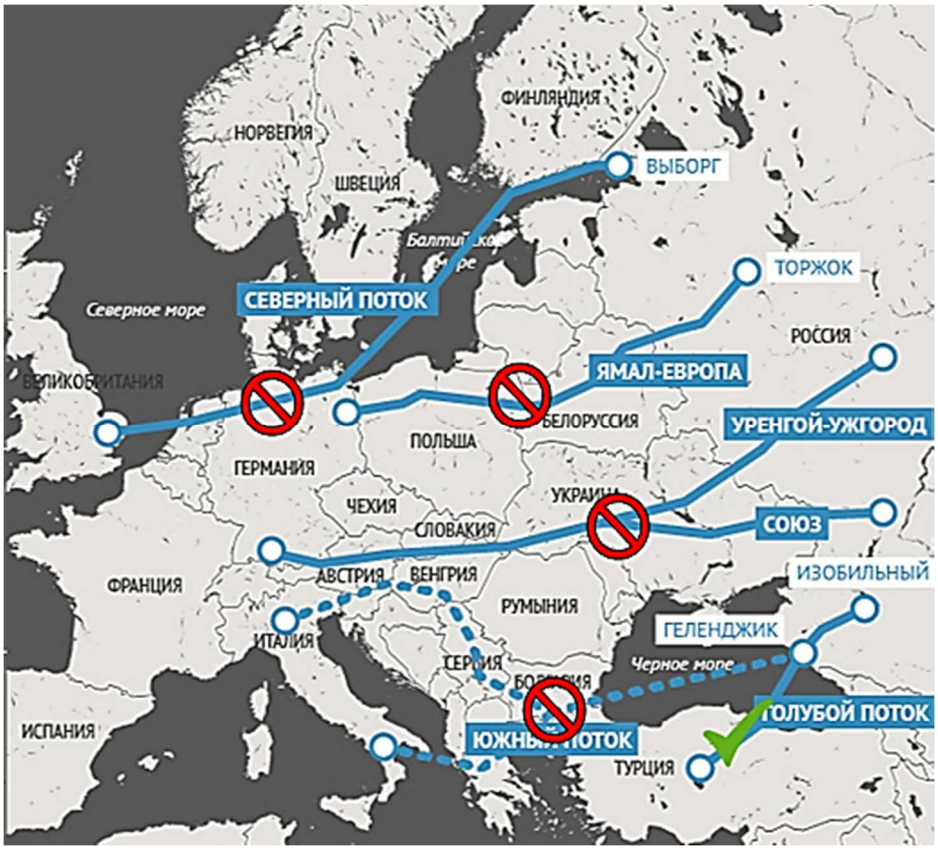


Рисунок 3 – Работающие газопроводы, соединяющие Россию и Европу

Если говорить о влиянии санкции в цифрах, то ситуация такова: Грузооборот морских портов России за 2024 год снизился на 2,3 % по сравнению с предыдущим годом и составил 886,3 млн тонн. Перевалка сухогрузов по итогам года сократилась на 1,9 % – до 441,1 млн тонн. Перевалка наливных грузов в 2024 году составила 445,2 млн тонн. Экспортных грузов обработано 699,7 млн тонн (–1,9 %), импортных – 42,9 млн тонн (+11 %). Данные в скобках отражают сравнении переработанного тоннажа со значениями прошлого года.

На автомобильном транспорте суммарный грузооборот за 2024 год составил: 385,9 млрд т-км, увеличившись на 6,5 % по сравнению с 2023 годом, в то время как в 2021 году это значение составляло 285,3 млрд т-км.

Ситуация с авиатранспортом несколько печальнее для российских перевозчиков, так как значение российского грузооборота в международном сообщении в 2024 году составило 0,7 млрд т-км, в то время как в 2021 году – 8 млрд т-км.

Несмотря на, казалось бы, тотальное ограничение в работе транспорта на рынке международных перевозок, остались организации, которые напрямую или путем параллельного импорта осуществляют транспортировку грузов как в страны поддержавшие санкции, так и из них. Для функционирования сферы в подобных условиях приходится создавать немало дополнительных операций, таких как перегруз, переоформление груза, участие транзитного государства для завершения транспортировки.

Рассмотрим вариант с перегрузом. Данный вариант осуществляется путем подвоза груза, скажем из России на автомобиле, зарегистрированном в РФ к пункту таможенного пропуска, где на территории России уже находится авто зарегистрированное на территории Европы, в этот автомобиль осуществляется перегруз, заранее транспортно-экспедиционные компании, участвующее в транспортировке урегулируют правовые аспекты, такие как: передача право собственности на груз и дальше груз продолжает движение уже на другом автопоезде до грузополучателя. Большинство компаний, осуществляющих подобного рода деятельность находятся в странах Прибалтики: Литве, Латвии, Эстонии.

Довольно интересным по способу осуществления доставки и процедурам транспортировки, являются судоходные перевозки. Так называемый «теневой флот» осуществляет доставку наливных грузов на таком типе судов как танкер в страны, чьи порты находятся на в Северном, Балтийском и Средиземном морях. Возможность осуществлять подобного рода перевозки открывается при тщательной работе менеджмента компании, связанного с изменением собственности судна (им может стать не гражданин РФ), использование флага судна, которому разрешен проход на конкретную территорию, изменение номера IMO судна, а также перевалка грузов на другие суда.

Одним из самых оптимальных вариантов транспортировки товар и грузов при действующих санкциях, является доставка с помощью параллельного импорта/экспорта.

Недостатками данного способа является увеличение срока доставки товара до конечного потребителя и повышение конечной стоимости товара, за счет увеличенного пути следования, проведения минимум двух таможенных процедур с оплатой таможенных пошлин для ввоза в страну транзита, а потом в страну получателя. Также, товары, ввезенные подобным образом, не имеют никакой гарантии от производителя. Гарантийное обеспечение остается за продавцом внутреннего рынка.

Стоит отметить, что не все категории товаров разрешено ввозить путем параллельного импорта. Список разрешенных для ввоза товаров размещен на сайте Министерства промышленности и торговли. Поиск желаемого для ввоза товара осуществляется путем его поиска по ТН ВЭД и далее на сайте размещена информация, касаемо возможного завоза товара на территорию страны без оповещения об этом завода изготовителя. Например, если вы желаете ввезти товар категории счетные машины (в нашем случае калькулятор), то по состоянию на март 2025 года вы можете это сделать беспошлинно, однако для ввоза потребуется нотификация ФСБ при наличии на устройстве шифровальных элементов (рис. 4).



Рисунок 4 – Пример информации с сайта МинпромТест для получения информации о товаре, желаемом для ввоза через транзитную страну

Исходя из представленной информации, следует вывод, при желании, даже при действующих санкциях возможно осуществлять коммерческое взаимодействие с теми странами, которые поддержали ввод санкций в отношении России.

Рассмотрим динамику грузооборота стран ЕАЭС в период с 2005 по 2023 год, приведенную ЕЭК по состоянию на 17.12.2024.

Грузооборот по видам транспорта (миллиардов тонно-километров)																			
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Все виды транспорта																			
ЕАЭС	**5 103,6**	**5 261,0**	**5 401,1**	**5 453,7**	**4 908,7**	**5 201,9**	**5 392,3**	**5 551,8**	**5 583,9**	**5 632,9**	**5 643,2**	**5 705,6**	**6 047,7**	**6 237,8**	**6 265,6**	**5 975,1**	**6 322,8**	**6 158,5**	**6 135,2**
в том числе:																			
Армения	2,3	2,4	2,9	3,0	2,6	3,1	3,5	4,3	4,2	4,2	3,7	3,9	4,2	4,4	4,8	4,7	5,1	5,3	4,8
Беларусь	127,3	128,5	130,9	130,8	121,2	128,1	134,3	131,7	130,8	131,4	126,0	125,8	133,3	138,8	130,8	123,2	118,8	88,6	72,9
Казахстан [1)]	296,3	328,5	350,5	369,7	337,0	316,5	337,1	357,2	362,7	415,1	402,9	375,5	419,5	456,4	448,8	443,6	483,5	479,7	503,5
Кыргызстан	1,6	1,6	1,8	2,1	1,9	2,2	2,4	2,6	2,7	2,5	2,5	2,5	2,6	2,8	2,9	2,4	2,6	2,8	3,0
Россия	4 676,0	4 800,0	4 915,0	4 948,0	4 446,0	4 752,0	4 915,0	5 056,0	5 083,6	5 079,6	5 108,0	5 197,9	5 488,0	5 635,5	5 678,3	5 401,1	5 712,8	5 582,1	5 550,9

Рисунок 5 – Грузооборот по всем видам транспорта,
стран, входящих в состав ЕАЭС, млрд т/км

На данном рисунке наглядно показаны значения изменения динамики грузооборота стран ЕАЭС. Видна тенденция роста общего грузооборота, с незначительными просадками в периоды мирового кризиса, пандемии COVID-19 или изменений приоритета развития государств. Россия за рассматриваемые 18 лет увеличила грузооборот почти на 1 млрд т/км. Данный прирост связан с активным развитием транспортного сектора, выстраиванием деловых отношений с партнерами и вектором развития государства. Почти пиковое значение грузооборота по состоянию на 2023 год, несмотря на санкции, было достигнуто за счет активной деятельности внутренних перевозчиков, переход на товары отечественных производителей и импортозамещения. Это демонстрирует способность российского транспортного сектора адаптироваться к изменению привычных условий работы и находить варианты сохранения транспортно-экономических показателей.

Рассмотрим динамику грузооборота российского транспорта по видам:

Грузооборот по видам транспорта (миллиардов тонно-километров)																			
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Автомобильный	194,0	199,0	206,0	216,0	180,0	199,0	223,0	249,0	250,1	246,4	247,0	247,8	254,5	259,1	275,4	271,8	296,7	313,9	362,2
Железнодорожный	1 858,0	1 951,0	2 090,0	2 116,0	1 865,0	2 011,0	2 128,0	2 222,0	2 196,2	2 300,5	2 306,0	2 344,1	2 493,4	2 597,8	2 602,5	2 545,3	2 639,4	2 637,8	2 638,3
Воздушный	2 830,3	2 927,4	3 424,4	3 691,6	3 557,7	4 715,4	4 950,2	5 079,1	5 011,0	5 151,6	5 450,6	6 579,5	7 856,1	7 812,7	7 389,2	7 115,0	9 195,3	2 826,8	1 723,7
Морской	54,1	49,3	47,6	44,2	49,8	45,5	43,2	40,1	36,7	32	42	43	50	37	41	43	44,4	42,8	46,4
Трубопроводный	2 474,0	2 499,0	2 465,0	2 464,0	2 246,0	2 382,0	2 422,0	2 453,0	2 512,7	2 423,1	2 444,2	2 489,1	2 614,9	2 667,8	2 686,2	2 470,1	2 653,0	2 514,8	2 423,0

Рисунок 6 – Грузооборот по видам транспорта в период с 2005–2023 гг.

Данная статистика говорит об приросте перевозок автомобильным и железнодорожным транспортом, переменном повышении и снижении перевозок воздушным и морским транспортом и примерно стабильным значением транспортировки через трубопроводный транспорт.

Начиная с 2019 года грузооборот стал уменьшаться за счет пандемийных ограничений, усиленных таможенных проверок, закрытием множеств коммерческих организаций, не способных к принятию текущих условий рынка.

Сокращение, с почти полным прекращением, в сравнении с прошлыми годами, импорта и экспорта из/в Европу также оказало значительные потери для транспортно-экономических секторов обеих сторон. Однако это также привело к росту транспортировок грузов автомобильным и железнодорожным транспортом внутри страны.

Снижение показателей внешней торговли, изменение направления перевозок и адаптация к текущим условиям рынка, то те аспекты, которые необходимо учитывать России для бесперебойного и экономически выгодного ведения работы транспортного сектора.

Если анализировать динамику изменения грузооборота Росси в целом, то при потере европейских партнеров, перевозчики стали активнее вести дела с азиатскими представителями, африканскими и странами Южной Америки.

Были совершены действия, при которых рынок сохраняет свои позиции, прежние числовые значения и пытается наращивать транспортно-экономические показатели.

Литература

1. Грузовые перевозки : учеб. пособие / А.А. Изюмский, И.С. Сенин, С.В. Коцурба. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2025. – 303 с.
2. Коновалова Т.В. Аналитические и имитационные методы исследования транспортных и пешеходных потоков / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, В.М. Плаксунова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 3. – С. 30–32. EDN KGGIDC
3. Коновалова Т.В. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, И.Н. Котенкова. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2024. – 256 с. ISBN 978-5-8333-1355-8 EDN SZMALB
4. Научные проблемы экономики транспорта / А.Н. Домбровский [и др.]. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2017. – 264 с. ISBN 978-5-8333-0682-6 EDN ZUIYTN
5. Транспортная логистика: технологические особенности и компетенции кадров : для аспирантов вузов, научных работников транспортной сферы и специалистов-практиков / Д.А. Дрючин [и др.]. – М.; Вологда : Инфра-Инженерия, 2026. – 176 с. ISBN 978-5-9729-2779-1 EDN RZULQX

References

1. Cargo transportation : textbook / A.A. Izyumsky, I.S. Senin, S.V. Kotsurba. – Krasnodar : Publishing House of KubSTU, 2025. – 303 p.
2. Konovalova T.V. Analytical and simulation methods of research of transport and pedestrian flows / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, V.M. Plaksunova // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 3. – P. 30–32. EDN KGGIDC
3. Konovalova T.V. Organization of Transportation Services and Safety of the Transport Process / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, I.N. Kotenkova. – Krasnodar : Kuban State Technological University, 2024. – 256 p. ISBN 978-5-8333-1355-8 EDN SZMALB
4. Konovalova T.V. Modern Approaches to the Organization of International Transportation of Outsized Cargo / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, V.M. Plaksunova // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 2. – P. 88–90. EDN OUZVNR
5. Transport logistics: technological features and competencies of personnel: For graduate students, transport researchers and practitioners / D.A. Dryuchin [et al.]. – M.; Vologda : Infra–Engineering, 2026. – 176 p. ISBN 978-5-9729-2779-1 EDN RZULQX

УДК 656

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВ РЕАЛИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВОДИТЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «НОВАЯ ЛОГИСТИКА»

♦♦♦♦♦

THE ECONOMIC ANALYSIS OF THE CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR THE IMPLEMENTATION OF MEASURES TO IMPROVE THE SAFETY AND EFFICIENCY OF DRIVERS USING THE EXAMPLE OF OOO NOVAYA LOGISTIKA

Надирян С.Л.
Кубанский государственный технологический университет
sofi008008@yandex.ru

Леонова И.О.
Кубанский государственный технологический университет

Тыргалов К.В.
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В статье авторами рассматривается внедрение мероприятий по повышению безопасности и эффективности работы водителей на примере предприятия ООО «Новая Логистика». Анализируются основные профессионально-важные качества водителей и описаны ключевые инициативы, такие как программы обучения, тренинги и тестирования для оценки состояния и работы водителей.

Ключевые слова: экономическая эффективность, водитель, безопасность дорожного движения, снижение затрат.

Nadiryan S.L.
Kuban State Technological University
sofi008008@yandex.ru

Leonova I.O.
Kuban State Technological University

Tyrgalov K.V.
Kuban State Technological University

Annotation. In the article, the authors consider the implementation of measures to improve the safety and efficiency of drivers using the example of OOO Novaya Logistika. The main professionally important qualities of drivers are analyzed and key initiatives such as training programs, trainings and testing to assess the condition and performance of drivers are described.

Keywords: economic efficiency, driver, road safety, cost reduction.

Работа водителей является неотъемлемой частью каждой логистической компании. Профессиональные качества водителя играют ключевую роль в системе обеспечения безопасности дорожного движения. Внедрение мероприятий с целью повышения профессиональных качеств предполагает создание кабинета безопасности движения для ООО «Новая Логистика». Данный кабинет должен выполнять информационно-методические и учебно-диагностические функции [1].

В вышеописанном кабинете буду представлены учебно-методические материалы, которые будут содержать следующую информацию:

– информацию о психофизиологических основах труда водителей;
– правила дорожного движения;
– рекомендации о действиях в опасных ситуациях;
– доврачебная помощь пострадавшим в ДТП;
– обслуживание и контроль узлов и агрегатов;
– должностные инструкции;
– нормативно-методические документы по безопасности движения.

Также предполагаться размещение агитационных плакатов с целью повышения мотивации водителей и плакатов чек-листов самодиагностики, чтобы водители могли оценить свое состояние по трем разделам – физическое и психологическое состояние, контроль готовности.

В кабинете безопасности движения также планируется разместить техническое оборудование для демонстрации электронных материалов водителям и аппаратно-программного комплекса ТВ-03, которые позволит оценивать психофизиологическое состояние водителей.

В целях экономического анализа текущего состояния и перспектив реализации предложенных мероприятий, произведена оценка социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий с участием водителей ООО «Новая логистика» и расчет эффективности предлагаемой системы профотбора и организации кабинета безопасности [2].

Расчет экономического эффекта от внедрения мероприятий выполнен в следующем порядке: определен текущий уровень ущерба от ДТП, рассчитаны прогнозируемые потери после реализации проекта, вычислен предотвращенный ущерб, затраты на реализацию мероприятий и итоговая экономическая эффективность.

Согласно данным по аварийности на предприятии ООО «Новая логистика» за последний год, произошло 14 дорожно-транспортных происшествий. В данных ДТП не было зафиксировано случаев гибели людей или получения ими ранений. При этом все 14 инцидентов привели к повреждению транспортных средств.

Определим существующие экономические потери $У_{сущДТП}$, руб., от ДТП с участием водителей предприятия по формуле:

$$У_{сущДТП} = П_{см} \cdot К_{см} + П_{ран} \cdot К_{ран} + П_{мат} \cdot К_{ТС}, \quad (1)$$

где $П_{см}$ – потери от ДТП со смертельным исходом, руб; $К_{см}$ – число ДТП со смертельным исходом с участием водителей компании, ед.; $П_{ран}$ – потери от ДТП при ранениях, руб; $К_{ран}$ – количество ДТП с ранениями с участием водителей компании, ед; $П_{мат}$ – материальные потери от повреждения ТС от ДТП, руб.; $К_{ТС}$ – количество ДТП с повреждениями ТС, руб.

Социально-экономический ущерб от ДТП в РФ на 2017 год от гибели людей составил 16,085 млн руб., от ранения – 0,496 млн руб., материальный ущерб от повреждения транспортных средств – 0,258 млн руб. Данные предоставлены ОДМ 218.6.025-2017. При перерасчете с учетом инфляции ущерб на 2025 год составляет: 23,765 млн руб. – от гибели людей; 0,733 млн руб. – от ранения; материальный ущерб от повреждения транспортных средств – 0,381 млн руб.

По формуле 1 определим ущерб от ДТП с участием водителей ООО «Новая логистика» за год.

$$У_{сущДТП} = 23{,}765 \times 0 + 0{,}733 \times 0 + 0{,}381 \times 14 = 5{,}334 \text{ млн руб.}$$

Как было показано и обосновано ранее проведённый анализ научных публикаций и практического опыта ведущих транспортных предприятий подтверждает, что внедрение предлагаемых системных мероприятий позволяет снизить уровень ДТП по вине водителей на 20–30 % в первый год. Для дальнейших расчетов примем консервативное прогнозируемое снижение аварийности в первый год на уровне 30 %. Основываясь на эти данные, найдем прогнозируемое количество дорожно-транспортных происшествий и определим ущерб от ДТП с участием водителей исследуемого предприятия $У_{мерДТП}$, руб, после внедрения системы профотбора и организации кабинета безопасности, по формуле 2.

$$У_{мерДТП} = У_{сущДТП} \cdot 0{,}3, \quad (2)$$

где $У_{сущДТП}$ – потери от ДТП с водителями с участием водителей предприятия до мероприятий, руб.

Ущерб от ДТП с участием водителей после мероприятий составит:

$$У_{мерДТП} = 5{,}334 \times 0{,}3 = 1{,}6 \text{ млн руб.}$$

Определим затраты на предлагаемые мероприятия по профотбору водителей предприятия. В ООО «Новая логистика» планируется закупить 10 учебных столов (размеры Ш × В × Г: 1370 × 600 × 500 мм), 10 стульев, шкаф (размеры Ш × В × Г: 850 × 430 × 1930), проектор, минимум два стенда размерами 1000 × 2000 мм и один аппаратно программный комплекс «ТВ-03».

Определим затраты на оснащение компании вышеуказанным мероприятиями. Цены для расчета взяты с ориентировкой на торговую площадку России megacityshop.ru и zarnitza.ru. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Затраты на предполагаемые мероприятия

Наименование оборудования	Количество, шт.	Сумма итого, руб.
Учебный стол	10	70000
Учебные стулья	10	38000
Стенды	2	46356
Шкаф	1	24278
Проектор	1	102000
АПК ТВ-03	1	70000
Всего	–	350634

Предотвращенный ущерб ДТП от предлагаемых мероприятий $У_{предДТП}$ руб., определим по формуле 3.

$$У_{предДТП} = У_{сущДТП} - У_{мерДТП}, \quad (3)$$

где $У_{сущДТП}$ – потери от ДТП с водителями предприятия до мероприятий, руб; $У_{мерДТП}$ – потери от ДТП с водителями после мероприятий, руб.

Предотвращенный ущерб от предлагаемых мероприятий:

$$У_{предДТП} = 5{,}334 - 1{,}6 = 3{,}734 \text{ млн руб.}$$

Определим показатель эффективности мероприятий Е усл.ед., по формуле 4:

$$Е = \frac{У_{предДТП}}{З_{мер}}, \quad (4)$$

где $У_{предДТП}$ – предотвращенный ущерб от предлагаемых мероприятий, млн руб; $З_{мер}$ – суммарные затраты на реализацию мероприятий, руб.

$$Е = \frac{3{,}734}{0{,}350634} = 10{,}65.$$

Сравнение уровня годового экономического ущерба от ДТП до и после реализации проекта отображено на рисунке 1.



Рисунок 1 – Годовой экономический ущерб
от ДТП до и после внедрения комплекса мероприятий

Таким образом доказана эффективность предлагаемых мероприятий. Результаты исследования подчеркивают важность комплексного подхода к повышению профессиональных компетенций водителей [3]. Реализация предложенных мероприятий позволит повысить уровень безопасности и снизить уровень аварийности, что позволит снизить экономические потери от аварийности.

Литература

1. Грузовые перевозки : учеб. пособие / А.А. Изюмский, И.С. Сенин, С.В. Коцурба. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2025. – 303 с.
2. Коновалова Т.В. Аналитические и имитационные методы исследования транспортных и пешеходных потоков / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, В.М. Плаксунова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 3. – С. 30–32. EDN KGGIDC
3. Коновалова Т.В. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, И.Н. Котенкова. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2024. – 256 с. ISBN 978-5-8333-1355-8 EDN SZMALB
4. Научные проблемы экономики транспорта / А.Н. Домбровский [и др.]. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2017. – 264 с. ISBN 978-5-8333-0682-6 EDN ZUIYTN
5. Транспортная логистика: технологические особенности и компетенции кадров : для аспирантов вузов, научных работников транспортной сферы и специалистов-практиков / Д.А. Дрючин [и др.]. – М.; Вологда : Инфра-Инженерия, 2026. – 176 с. ISBN 978-5-9729-2779-1 EDN RZULQX
6. Анализ эффективности программных мероприятий по снижению аварийности в Санкт-Петербурге // Science Education. – 2012. – № 3. – С. 264–270.
7. Капустина Е.Г. Новые подходы к обучению начинающих водителей как детерминанты снижения рисков дорожно-транспортных происшествий // Road Safety. – 2024. – № 4. – С. 30–34.

References

1. Cargo transportation : textbook / A.A. Izyumsky, I.S. Senin, S.V. Kotsurba. – Krasnodar : Publishing House of KubSTU, 2025. – 303 p.
2. Konovalova T.V. Analytical and simulation methods of research of transport and pedestrian flows / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, V.M. Plaksunova // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 3. – P. 30–32. EDN KGGIDC
3. Konovalova T.V. Organization of Transportation Services and Safety of the Transport Process / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, I.N. Kotenkova. – Krasnodar : Kuban State Technological University, 2024. – 256 p. ISBN 978-5-8333-1355-8 EDN SZMALB
4. Konovalova T.V. Modern Approaches to the Organization of International Transportation of Outsized Cargo / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, V.M. Plaksunova // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 2. – P. 88–90. EDN OUZVNR
5. Transport logistics: technological features and competencies of personnel: For graduate students, transport researchers and practitioners / D.A. Dryuchin [et al.]. – M.; Vologda : Infra–Engineering, 2026. – 176 p. ISBN 978-5-9729-2779-1 EDN RZULQX
6. Analysis of the effectiveness of program activities to reduce accidents in St. Petersburg // Science Education. – 2012. – № 3. – P. 264–270.
7. Kapustina E.G. New approaches to training novice drivers as determinants of reducing the risks of road accidents // Road Safety. – 2024. – № 4. – P. 30–34.

УДК 612.391.4

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РОЛИ СТЕЙКОВ СУХОГО СОЗРЕВАНИЯ ИЗ ГОВЯДИНЫ И СВИНИНЫ В СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННОГО ПИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА: БИОХИМИЧЕСКИЕ, МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И НУТРИЦИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

♦♦♦♦♦

SCIENTIFIC JUSTIFICATION OF THE ROLE OF DRY-MATURED STEAKS OF BEEF AND PORK IN THE STRUCTURE OF MODERN HUMAN DIET: BIOCHEMICAL, MICROBIOLOGICAL, AND NUTRITIONAL ASPECTS

Оботурова Наталья Павловна
кандидат технических наук,
доцент,
декан факультета пищевой инженерии
и биотехнологий имени академика А.Г. Храмцова,
Северо-Кавказский федеральный университет,
г. Ставрополь

Шипулин Валентин Иванович
доктор технических наук,
профессор,
заведующий базовой кафедрой технологии мяса
и мясных продуктов факультета пищевой инженерии
и биотехнологий имени академика А.Г. Храмцова,
Северо-Кавказский федеральный университет,
г. Ставрополь
ship.59@mail.ru

Литвищенко Евгений Сергеевич
магистрант факультета пищевой инженерии
и биотехнологий имени академика А.Г. Храмцова,
Северо-Кавказский федеральный университет,
г. Ставрополь

Бояджян Роман Енокович
магистрант факультета пищевой инженерии
и биотехнологий имени академика А.Г. Храмцова,
Северо-Кавказский федеральный университет,
г. Ставрополь

Аннотация. В статье представлен комплексный анализ роли стейков из говядины и свинины сухого созревания в структуре современного питания человека с позиций пищевой биотехнологии, нутрициологии и физиологии. Рассмотрены биохимические процессы, происходящие в мышечной ткани в ходе сухого созревания, включая протеолиз, липидное окисление и деградацию нуклеотидов, лежащие в основе формирования уникальных органолептических свойств продукта. Показано, что в процессе сухого созревания говядины в течение 35–42 суток растворимость миофибриллярных белков увеличивается на 35,25 %, переваримость in vitro возрастает в 2,5 раза, а содержание свободных аминокислот, участвующих в формировании вкусо-ароматических свойств, повышается на 11,3 %. Для свинины аналогичные изменения выражены в меньшей степени: суммарное содержание свободных аминокислот после 28 суток созревания увеличивается на 56–71 %. Показана смена микробиома поверхности созревающего мяса (от псевдомонад к плесневым грибам и дрожжам). При

Oboturova Natalia Pavlovna
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Dean of the Faculty of Food Engineering
and Biotechnology named
after Academician A.G. Khramtsov,
North Caucasus Federal University,
Stavropol

Shipulin Valentin Ivanovich
Doctor of Technical Sciences,
Professor,
Head of the Department
of Meat Technology and Meat Products,
Faculty of Food Engineering
and Biotechnology
named after Academician A.G. Khramtsov,
North Caucasus Federal University,
Stavropol
ship.59@mail.ru

Evgeny Sergeevich Litvishchenko
Master's Student of the Faculty
of Food Engineering and Biotechnology
named after Academician A.G. Khramtsov,
North Caucasus Federal University,
Stavropol

Enokovich Boyadzhyan Roman
Master's Student of the Faculty
of Food Engineering and Biotechnology
named after Academician A.G. Khramtsov,
North Caucasus Federal University,
Stavropol

Annotation. The article presents a comprehensive analysis of the role of dry-aged beef and pork steaks in the structure of modern human nutrition from the standpoint of food biotechnology, nutrition and physiology. The biochemical processes occurring in muscle tissue during dry aging, including proteolysis, lipid oxidation and nucleotide degradation, which underlie the formation of unique organoleptic properties of the product, are considered. It is shown that during dry aging of beef for 35–42 days, the solubility of myofibrillar proteins increases by 35.25 %, in vitro digestibility increases by 2.5 times, and the content of free amino acids involved in the formation of taste and aroma properties increases by 11.3 %. For pork, similar changes are less pronounced: the total content of free amino acids after 28 days of aging increases by 56–71 %. The change in the microbiome of the surface of ripening meat (from pseudomonads to mold fungi and yeasts) is shown. Under

контролируемых параметрах (0–3 °С, до 35 суток) безопасность продукта соответствует или превышает требования к свежему мясу. Стейки сухого созревания богаты полноценным белком (до 26 г/100 г), витаминами группы В, гемовым железом, цинком и селеном. Обсуждается ценность продукта для спортсменов, пациентов с железодефицитом и пожилых людей. Выявлено отсутствие в РФ специализированных требований к производству такого мяса, что требует разработки нормативных актов.

Ключевые слова: стейки сухого созревания, говядина, свинина, пищевая ценность, протеолиз, свободные аминокислоты, микробиологическая безопасность, усвояемость белка, гемовое железо, рациональное питание.

controlled parameters (0–3 °C, up to 35 days), product safety meets or exceeds the requirements for fresh meat. Dry-aged steaks are rich in complete protein (up to 26 g/100 g), B vitamins, heme iron, zinc and selenium. The value of the product for athletes, patients with iron deficiency and the elderly is discussed. The absence of specialized requirements for the production of such meat in the Russian Federation was revealed, which requires the development of regulatory acts.

Keywords: dry-aged steaks, beef, pork, nutritional value, proteolysis, free amino acids, microbiological safety, protein digestibility, hemic iron, rational nutrition.

В последние десятилетия в структуре питания населения развитых стран наблюдается устойчивый тренд на потребление продуктов с высокой добавленной стоимостью, обладающих уникальными органолептическими характеристиками и повышенной пищевой ценностью. Стейки из говядины и свинины сухого созревания (dry-aged steaks) занимают в этом сегменте особое место, привлекая внимание как гурманов, так и специалистов в области нутрициологии и диетологии. Однако, несмотря на растущую популярность продукта, его роль в рационе человека остаётся недостаточно изученной с позиций доказательной медицины и гигиены питания.

Сухое созревание представляет собой аэробный процесс, при котором мясные отрубы выдерживаются в контролируемых климатических условиях в течение нескольких недель. Данная технология, известная человечеству на протяжении столетий, была практически вытеснена с появлением вакуумной упаковки, позволяющей осуществлять влажное созревание с меньшими потерями массы. Возрождение интереса к сухому созреванию в последние годы обусловлено не только гастрономическими предпочтениями, но и научными данными о положительном влиянии этого процесса на пищевую ценность и усвояемость мяса.

Целью данной работы является научное обоснование роли стейков из говядины и свинины сухого созревания в структуре современного питания человека на основе комплексного анализа биохимических, микробиологических и нутрициологических аспектов технологии.

Биохимические основы сухого созревания и их влияние на пищевую ценность. Формирование уникальных свойств мяса в процессе сухого созревания представляет собой сложный комплекс биохимических процессов, центральную роль в которых играют три взаимосвязанных механизма: протеолиз, липидное окисление и деградация нуклеотидов.

Протеолиз является ключевым процессом, определяющим не только текстуру, но и биологическую доступность белков. В ходе сухого созревания происходит постепенное расщепление структурных белков мышечного волокна под действием эндогенных протеолитических ферментов – кальпаинов и катепсинов.

Эндогенные протеазы и липазы изменяют структурную целостность мышц, что способствует не только размягчению мяса, но и высвобождению свободных аминокислот и пептидов, обладающих высокой биологической активностью.

Результаты исследований, выполненных учёным Кемеровского государственного университета В.А. Хреновым [1, 2, 3], на высококачественной говядине от бычков породы герефорд сибирской селекции показали, что в процессе сухого созревания при температуре 0–1 °С и относительной влажности 74–75 % усилие резания снижается на 57,1 % к 35 суткам выдержки относительно исходного значения, что свидетельствует о существенном размягчении мышечной ткани. Водосвязывающая способность (ВСС) повышается вплоть до 42 суток сухого созревания, что связано с изменением ионно-белкового взаимодействия и положительно сказывается на сочности готового продукта.

Исследование фракционного состава белков методом электрофореза показало увеличение фракций молекулярной массой 90–80 кДа в сырье со сроком созревания 35 суток и 42 суток, что свидетельствует о протеолитических изменениях актомиозинового комплекса. Повышение интенсивности полос в области 65 кДа указывает на деградацию белков цитоскелета. Положительная динамика растворимости миофибриллярных белков выявлена при сухом созревании говядины в течение 35 суток: в относительных единицах она составляет 6,75 %, 17,2 %, 23,04 %, 29,92 % и 35,25 % соответственно периодам созревания, после чего начинается её снижение.

Аминокислотный профиль является одним из ключевых показателей, определяющих пищевую ценность белков. Установлено, что в процессе сухого созревания говядины до 42 суток происходит увеличение количества незаменимых аминокислот до 43,26 г / 100 г белка. Прирост обусловлен такими аминокислотами, как изолейцин, лейцин, метионин, фенилаланин и гистидин. Количество аминокислот, участвующих в формировании вкусо-ароматических свойств, увеличилось с 31,24 г / 100 г белка до 36,43 г / 100 г белка, а отвечающих за мясной вкус – с 16,76 г / 100 г до 18,66 г / 100 г. Результаты определения переваримости in vitro свидетельствуют о повышении доступности белков действию пищеварительных ферментов: через 42 суток созревания доступность белков говядины увеличилась в 2,52 раза, что имеет принципиальное значение для оценки усвояемости продукта в организме человека.

Для свинины сухого созревания характерны аналогичные, хотя и менее выраженные изменения. По данным исследований Setyabrata D. и соавторов [4], сухое созревание свиных корейк в течение 21 суток при температуре 2 °С, относительной влажности 70 % и скорости воздушного потока 0,8 м/с обеспечивает сопоставимые с влажным созреванием показатели инструментальной нежности, при этом водосвязывающая способность оказывается выше, чем при влажном созревании. Исследование содержания свободных аминокислот показало, что после 28 суток сухого созревания свиной грудинки и лопатки их суммарное количество увеличивается на 56,1 % и 71,4 % соответственно. Наибольший прирост отмечен для аминокислот, участвующих в формировании вкуса умами, что согласуется с данными, полученными для говядины.

Липидное окисление вносит определяющий вклад в формирование ароматического профиля, однако его динамика требует особого внимания с позиций безопасности. Исследования В.А. Хренова [6] показали, что ускорение процесса образования гидроперекисей происходит через 14 суток сухой выдержки говядины, однако на всех исследованных этапах количество продуктов окисления остаётся в пределах нормы, не вызывая пороков вкуса и аромата. Изучение жирнокислотного состава выявило увеличение доли насыщенных (НЖК) и полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) при снижении мононенасыщенных (МНЖК) в процессе длительного созревания. Отношение МНЖК/НЖК уменьшается с 1,09 до 0,64 через 65 суток. Содержание n-3 жирных кислот имеет тенденцию к повышению, что может рассматриваться как положительный фактор с позиций нутрициологии.

В исследованиях свинины сухого созревания отмечено более выраженное окисление липидов по сравнению с влажным созреванием, однако показатели перекисного и тиобарбитурового чисел остаются в пределах допустимых значений при соблюдении рекомендованных режимов [7].

Микробиологическая безопасность и её значение для пищевого использования. Вопрос микробиологической безопасности сухо-созревающих стейков является одним из наиболее критических при оценке их роли в питании человека. С одной стороны, процесс протекает в аэробных условиях при относительно невысоких положительных температурах, что создаёт предпосылки для развития психротрофной микрофлоры. С другой стороны, именно формирование специфического поверхностного микробиома является неотъемлемой частью технологии и в значительной степени определяет органолептические свойства продукта.

Европейское агентство безопасности пищевой продукции (EFSA) в своём заключении [5] пришло к выводу, что выдержка говядины, свинины и баранины в контролируемых условиях не создаёт дополнительных рисков по сравнению со свежим мясом

при условии соблюдения производителем оптимального температурного режима и продолжительности процесса. Для созревания говядины рекомендовано 35 дней при 3 °C. При более высокой температуре может развиваться плесень, вырабатывающая **микотоксины**. Рекомендованные параметры: температура поверхности мяса от –0,5 до 3,0 °C, относительная влажность 75–85 %, скорость воздушного потока 0,2–0,5 м/с, продолжительность до 35 суток.

Динамика микробиома поверхности созревающего мяса характеризуется сменой доминирующих таксонов. В начале процесса на поверхности доминируют психротрофные бактерии рода Pseudomonas, которые постепенно замещаются другими микроорганизмами. В более поздние сроки созревания (после 3–4 недель) начинают активно развиваться плесневые грибы и дрожжи, формирующие «ферментативную корку» (enzymatic crust). Эта корка, помимо участия в формировании вкуса (внося ноты умами и ореховые оттенки), выполняет важную защитную функцию, создавая антимикробные барьеры.

Важно подчеркнуть, что в условиях контролируемого процесса общая микробная обсеменённость поверхности при отсутствии видимых признаков порчи может достигать 5–6 Log_{10} КОЕ/г, однако это не является прямым показателем небезопасности продукта. Патогенные микроорганизмы, включая Salmonella spp. и Escherichia coli O157:H7, в процессе созревания имеют тенденцию к снижению численности. Единственными патогенами, способными к ограниченному росту, являются Listeria monocytogenes и Yersinia enterocolitica. Общее количество энтеробактерий на поверхности мяса в процессе созревания обычно снижается.

Для свинины сухого созревания характерна сходная динамика. Исследования показали, что через 28 суток сухого созревания общее количество бактерий увеличивается до 4,40–4,43 log КОЕ/г для грудинки и до 5,92–4,26 log КОЕ/г для лопатки, при этом E. coli может обнаруживаться на поздних сроках, тогда как Salmonella spp. и Listeria spp., рассматриваемые как индикаторы пищевых отравлений, не выявляются [4]. Эти данные свидетельствуют о том, что удлинённый период сухого созревания может создавать потенциальные гигиенические риски, что требует оптимизации продолжительности процесса.

Эксперты EFSA пришли к выводу, что элементы анализа рисков и критических контрольных точек ХАССП (HACCP), разработанные для свежего мяса, могут быть распространены и на выдержанное мясо. При этом выдержка мяса в контролируемых условиях может обеспечить такие же или более низкие уровни микробиологических рисков, чем вариабельные показатели, прогнозируемые при стандартной обработке свежего мяса [5].

Нутрициологическая характеристика стейков сухого созревания. Стейки сухого созревания представляют собой ценный источник нутриентов, необходимых для поддержания здоровья человека. Комплексный анализ пищевой ценности позволяет выделить несколько ключевых аспектов.

Белковый компонент. Говядина сухого созревания содержит до 26 г полноценного белка на 100 г продукта, что делает её отличным источником белка. Белок характеризуется полным набором незаменимых аминокислот, включая лейцин, изолейцин, валин (разветвлённые аминокислоты, критически важные для синтеза мышечного белка), лизин (необходимый для усвоения кальция и образования коллагена), а также метионин и фенилаланин. Повышенная переваримость белков сухо-созревающего мяса (в 2,5 раза выше по сравнению с несозревшим) имеет принципиальное значение для лиц с пониженной ферментативной активностью желудочно-кишечного тракта, включая пожилых людей и пациентов в период реабилитации.

Витаминный профиль. Мясо сухого созревания богато витаминами группы B, в частности витамином B12 (кобаламин), B6 (пиридоксин) и ниацином (витамин B3). Витамин B12 играет ключевую роль в кроветворении и функционировании нервной системы, его дефицит широко распространён среди вегетарианцев и пожилых людей. Витамин B6 участвует в метаболизме аминокислот и синтезе нейромедиаторов, а ниацин необходим для энергетического обмена и поддержания здоровья кожи.

Минеральный состав. Говядина сухого созревания является богатым источником гемового железа – наиболее биодоступной формы этого микроэлемента. Гемовое железо всасывается значительно эффективнее негемового железа из растительных продуктов, что имеет решающее значение для профилактики и лечения железодефицитных состояний. Содержание цинка (необходимого для функционирования иммунной системы и заживления ран) и селена (ключевого компонента антиоксидантной системы) также находится на высоком уровне.

Энергетическая ценность стейка сухого созревания варьирует в зависимости от степени мраморности и составляет в среднем 220–230 ккал на 100 г продукта при содержании белка 16–19 г и жира 15–18 г. Сравнительно невысокая калорийность в сочетании с высокой насыщающей способностью делает продукт приемлемым для включения в рацион лиц, контролирующих массу тела.

Для свинины сухого созревания нутрициологический профиль имеет свои особенности. **Свинина** является ценным источником белка (также около 20–22 г / 100 г), витаминов группы В (особенно тиамина – витамина В1, содержание которого в свинине выше, чем в других видах мяса), а также магния, фосфора, йода и цинка. Содержание железа в свинине уступает говядине, однако биодоступность гемового железа из свинины также высока. Важно отметить, что в процессе сухого созревания свинины, как и в случае с говядиной, происходит значительное увеличение содержания свободных аминокислот, что не только улучшает вкус, но и повышает биодоступность белкового компонента [4].

Роль стейков сухого созревания в рационе различных групп населения. Интеграция стейков сухого созревания в структуру питания различных групп населения должна основываться на индивидуальных потребностях и состоянии здоровья.

Спортсмены и лица с повышенными физическими нагрузками. Высокое содержание полноценного белка с оптимальным аминокислотным профилем, включая разветвлённые аминокислоты (BCAA), делает стейки сухого созревания ценным продуктом для поддержания и наращивания мышечной массы. Повышенная усвояемость белка обеспечивает более быстрое поступление аминокислот в кровоток после приёма пищи, что особенно важно в посттренировочный период. Содержание железа и витаминов группы В способствует поддержанию энергетического метаболизма и профилактике спортивной анемии.

Лица с железодефицитными состояниями. Гемовое железо из стейков сухого созревания характеризуется высокой биодоступностью (усвояемость 15–35 % по сравнению с 2–20 % для негемового железа из растений). Включение продукта в рацион в сочетании с продуктами, богатыми витамином С (овощи, фрукты), способствует ещё более эффективной коррекции дефицита железа. Особенно это актуально для женщин репродуктивного возраста, вегетарианцев с переходом на смешанное питание, а также для пациентов с мальабсорбцией.

Геронтологическое питание. С возрастом снижается ферментативная активность желудочно-кишечного тракта, что может приводить к недостаточному усвоению белка из традиционных мясных продуктов – состоянию, известному как «анорексия старения» с развитием саркопении (возрастной потери мышечной массы). Повышенная переваримость белков сухо-созревающего мяса делает этот продукт предпочтительным для пожилых людей. Кроме того, содержание витамина В12, дефицит которого широко распространён среди пожилых, способствует профилактике когнитивных нарушений и анемии.

Лица с избыточной массой тела. При умеренном потреблении (порция 100–150 г 2–3 раза в неделю) стейки сухого созревания могут быть включены в рацион для контроля массы тела. Высокое содержание белка обеспечивает длительное чувство насыщения, способствуя снижению общего калоража. Однако следует учитывать, что при длительном созревании происходит некоторое увеличение доли насыщенных жирных кислот, поэтому лицам с дислипидемией рекомендуется выбирать менее мраморные отрубы и ограничивать размер порции.

Правовое регулирование и стандартизация. Нормативно-правовое регулирование производства стейков сухого созревания в Российской Федерации находится на начальном этапе становления. Основными нормативными актами являются Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции» [8, 9]. Однако ни в одном из указанных документов не содержится специализированных требований к производству мяса сухого созревания, что создаёт правовую неопределённость для производителей и контролирующих органов.

В отличие от России, Европейский Союз (Регламент ЕС 2024/1141), США (стандарты USDA FSIS), Австралия (AS 4696:2023) и Китай уже внедрили специализированные требования к сухому созреванию мяса, включая определение продукта, допустимые параметры температуры, влажности, воздушного потока, требования к оборудованию и маркировке. Европейским агентством безопасности пищевой продукции (EFSA) разработаны рекомендации, согласно которым для сухого созревания говядины требуется 35 дней при 3 °С, а общие принципы ХАССП, применимые к свежему мясу, распространяются и на выдержанное мясо [5].

С учётом мирового опыта представляется крайне актуальной разработка национального стандарта (ГОСТ Р) на мясо сухого созревания, а также внесение изменений в ТР ТС 034/2013 и ТР ТС 021/2011, предусматривающих:

1) легальное определение понятия «мясо сухого созревания»;

2) установление допустимых параметров процесса (температура, относительная влажность, скорость воздушного потока, продолжительность);

3) требования к оборудованию для сухого созревания;

4) требования к маркировке готовой продукции с указанием продолжительности созревания и метода;

5) критерии микробиологической безопасности с учётом особенностей процесса.

Заключение

Таким образом, стейки из говядины и свинины сухого созревания представляют собой не только гастрономический деликатес, но и ценный пищевой продукт с рядом уникальных нутрициологических характеристик. В процессе сухого созревания происходит комплекс положительных биохимических изменений: протеолиз с образованием свободных аминокислот и пептидов, повышение растворимости миофибриллярных белков и их переваримости in vitro до 2,5 раза, а также формирование специфического ароматического профиля за счёт липидного окисления и деятельности поверхностного микробиома.

При соблюдении контролируемых параметров (температура 0–3 °С, относительная влажность 75–85 %, продолжительность до 35 суток) сухо-созревающее мясо характеризуется показателями безопасности, сопоставимыми со свежим мясом, что подтверждено заключениями EFSA [5]. Повышенное содержание полноценного белка, витаминов группы В, гемового железа, цинка и селена, а также улучшенная усвояемость делают стейки сухого созревания ценным компонентом рациона спортсменов, лиц с железодефицитными состояниями, пожилых людей и, при умеренном потреблении, лиц, контролирующих массу тела.

Проведение исследований в области сухого созревания свинины, а также влияния различных протоколов автолиза в этом процессе на нутрициологические показатели представляет научный и практический интерес. Разработка российской нормативной базы в этой области является необходимой предпосылкой для обеспечения качества и безопасности продукции и для защиты прав потребителей.

Литература

1. Хренов В.А. Научное обоснование продолжительности сухого созревания высококачественной говядины, технологии хранения и использования : дис. ... канд. техн. наук: 4.3.3. – Кемерово, 2023. – 133 с.
2. Хренов В.А. Исследование влияния способов тепловой обработки на физико-химические свойства говядины в зависимости от технологии созревания // Пищевые системы. – 2022. – Т. 5. – № 4. – С. 376–382.

3. Хренов В.А. Влияние продолжительности сухого созревания и состава посолочных веществ на белки высококачественной говядины // Техника и технология пищевых производств. – 2022. – № 2. – С. 45–52.
4. Effect of dry-aging on quality and palatability attributes and flavor-related metabolites of pork loins / D. Setyabrata [et al.] // Foods. – 2021. – Vol. 10. – № 10. – 2503 p.
5. EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). Microbiological safety of aged meat // EFSA Journal. – 2023. – Vol. 21. – № 1. – e7745 p.
6. Исследование окислительных изменений в говядине при сухом созревании / В.А. Хренов [и др.] // Всё о мясе. – 2022. – № 5. – С. 54–577.
7. Повышение качества и пищевой ценности свинины с использованием сухого созревания // International Journal of Food Science and Technology. – 2020. – Vol. 55. – № 3. – 14509 p.
8. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции» (ТР ТС 034/2013). Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 09.10.2013 № 68.
9. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011). Решение Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880.

References

1. Khrenov V.A. Scientific substantiation of the duration of dry ripening of high-quality beef, storage technology, and use : dis. ... Candidate of Technical Sciences: 4.3.3. – Kemerovo, 2023. – 133 p.
2. Khrenov V.A. Study of the influence of heat treatment methods on the physical and chemical properties of beef, depending on the ripening technology // Food Systems. – 2022. – Vol. 5. – № 4. – P. 376–382.
3. Khrenov V.A. Influence of the duration of dry maturation and the composition of salting agents on the proteins of high-quality beef // Technique and Technology of Food Production. – 2022. – № 2. – P. 45–52.
4. Effect of dry-aging on quality and palatability attributes and flavor-related metabolites of pork loins / D. Setyabrata [et al.] // Foods. – 2021. – Vol. 10. – № 10. – 2503 p.
5. EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). Microbiological safety of aged meat // EFSA Journal. – 2023. – Vol. 21. – № 1. – e7745 p.
6. Study of Oxidative Changes in Beef during Dry Ripening / V.A. Khrenov [et al.] // All About Meat. – 2022. – № 5. – P. 54–577.
7. Improving the Quality and Nutritional Value of Pork Using Dry Ripening // International Journal of Food Science and Technology. – 2020. – Vol. 55. – № 3. – 14509 p.
8. Technical Regulations of the Customs Union on the Safety of Meat and Meat Products (TR CU 034/2013). Decision of the Council of the Eurasian Economic Commission dated 09.10.2013 № 68.
9. Technical Regulations of the Customs Union «On Food Safety» (TR CU 021/2011). Decision of the Commission of the Customs Union dated 09.12.2011 № 880.

УДК 621.311

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ЮЖНОМ КАМПУСЕ МУРМАНСКОГО АРКТИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

♦♦♦♦♦

STUDY OF THE QUALITY OF ELECTRICAL ENERGY IN THE SOUTHERN CAMPUS OF THE MURMANSK ARCTIC UNIVERSITY

Петрова Екатерина Павловна
студентка,
Мурманский арктический университет
eket06@gmail.com

Аннотация. Проведена оценка качества электрической энергии в распределительной сети южного кампуса МАУ. Определены отклонения напряжения и частоты, коэффициент гармонических искажений, размах изменения напряжения и ток нейтрали. Установлено соответствие всех измеренных показателей требованиям ГОСТ 32144-2013.

Ключевые слова: качество электрической энергии, южный кампус МАУ, отклонение напряжения, несинусоидальность, гармонические искажения.

Petrova Ekaterina Pavlovna
Student,
Murmansk Arctic University
eket06@gmail.com

Annotation. An assessment of the electrical power quality in the distribution network of the MAU southern campus was conducted. Voltage and frequency deviations, harmonic distortion coefficient, voltage fluctuation range, and neutral current were determined. All measured parameters were found to comply with the requirements of GOST 32144-2013.

Keywords: power quality, MAU South Campus, voltage fluctuations, non-sinusoidality, harmonic distortion.

Оценка качества электрической энергии на объектах — важная задача, от которой зависит бесперебойная работа чувствительного оборудования. Даже небольшие отклонения параметров сети (например, напряжения или частоты) способны вызывать сбои, ускорять износ устройств и приводить к их повреждению. Регулярный контроль качества также помогает обнаруживать источники помех и потерь, рациональнее использовать электроэнергию и сокращать эксплуатационные расходы. Кроме того, соблюдение установленных норм качества обеспечивает безопасность персонала и снижает риск аварийных ситуаций.

Методика оценки качества электрической энергии.

Согласно ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» [1] для оценивания качества электроэнергии необходимо провести измерение следующих параметров с соблюдением описанной в стандарте методики:

Отклонение частоты Δf, измеренное в интервале времени 10 с, не должно превышать ± 0,2 Гц в течение 95 % времени интервала в одну неделю и ±0,4 Гц в течение 100 % времени интервала в одну неделю;

Отклонение напряжения δU не должны превышать 5 % (нормально допустимое) и 10 % (предельно допустимое) номинального или согласованного значения напряжения в течение 100 % времени интервала в одну неделю.

$$\delta U = \frac{U_t - U_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}}} * 100\ \%. \quad (1.1)$$

Колебания напряжения: размах изменения напряжения δU_t вычисляется по формуле:

$$\delta U_t = \frac{U_i - U_{i+1}}{U_{\text{ном}}} * 100\ \%, \quad (1.2),$$

где U_i и U_{i+1} – следующие друг за другом экстремумы напряжения, среднеквадратичное значение которых имеет форму меандра.

Несинусоидальность напряжения: значения коэффициентов гармонических составляющих напряжения $K_{U(n)}$ и значения суммарных коэффициентов гармонических составляющих напряжения K_U,, усредненные в интервале времени 10 мин, не должны превышать значений, установленных в таблицах ГОСТ 32144-2013.

Норматив: $K_{U(n)} \leq 5\ \%U_{\text{ном}}$, $K_U \leq 8\ \%$

$$K_U = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{m} U_n^2}}{U_{\text{ном}}} * 100\ \%,\ K_{U(n)} = \frac{U_m}{U_n} * 100\ \%. \quad (1.3)$$

Методика проведения исследования качества электрической энергии.

Исследование проводилось в соответствии с ГОСТ 32144-2013 и ГОСТ 30804.4.30-2013 [2]. Для регистрации параметров сети применялся анализатор качества электрической энергии AR5-L (CIRCUTOR, Испания) [3] (рис. 1). Для оценки продолжительных изменений параметров задавался интервал усреднения (период записи) продолжительностью 10 секунд (а также 5 минут для суточного мониторинга параметров сети). В меню прибора устанавливался перечень сохраняемых величин: действующие значения фазных напряжений и токов, частота, активная мощность, коэффициенты гармоник напряжения и тока до 40-го порядка, а также ток нейтрали, коэффициент мощности.

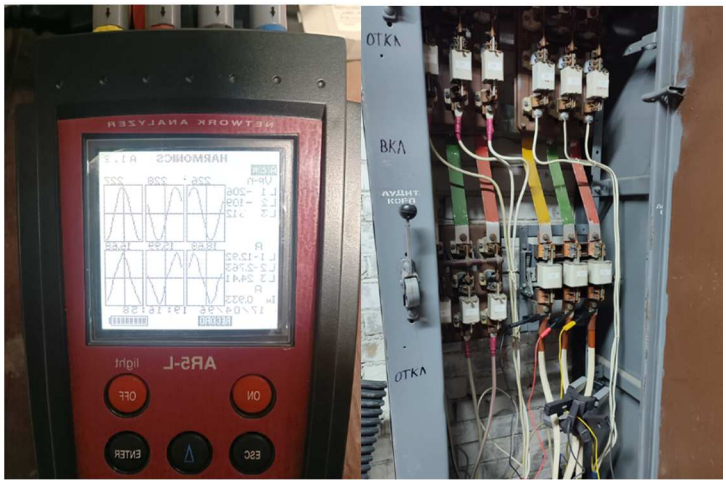


Рисунок 1 – анализатор качества электрической энергии AR5-L, подключенный к ячейке ТП

Измерения проводились на ТП-89 на территории южного кампуса МАУ, к которой подключены столовая и несколько учебный корпусов. ТП-89 питается от ПС-57 ПАО «Россети Северо-Запад».

Полученные в ходе измерений значения сравнивались с нормативными пределами. По результатам сравнения формулировалось заключение о соответствии (или несоответствии) качества электрической энергии в каждой из контролируемых точек требованиям действующих нормативных документов.

Результаты исследования

1. Отклонение частоты Δf

На протяжении 100 % времени измерения частота переменного тока в сети составляла 50 Гц (рис. 2). Отклонение частоты $\Delta f = 0$.

✓ Соответствует нормативам

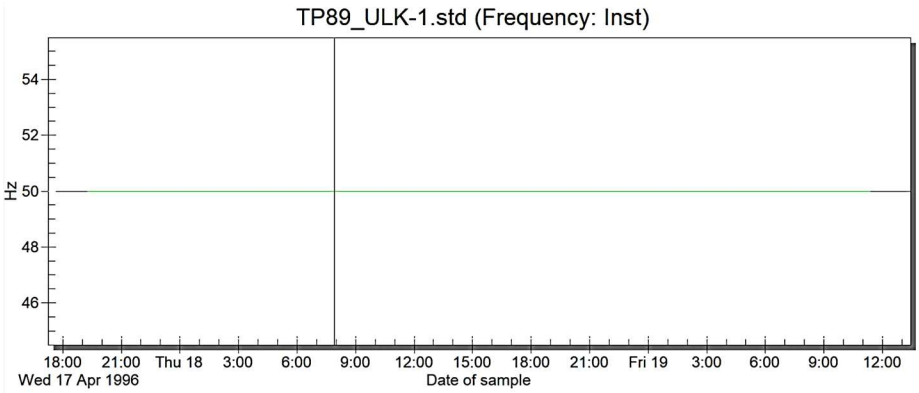


Рисунок 2 – График значений частоты переменного тока в сети

2. Отклонение напряжения

Максимальное зафиксированное напряжение $U_{max} = 232\ B$ (рисунок 3). Пользуясь формулой (1.1) $\delta U = \frac{232-220}{220} * 100\% = 5{,}45\ \%$

Минимальное зафиксированное напряжение $U_{min} = 219\ B$ (рисунок 4). Пользуясь формулой (1.1) $\delta U = \frac{220-219}{220} * 100\% = 0{,}45\ \%$

✓ Соответствует нормативам

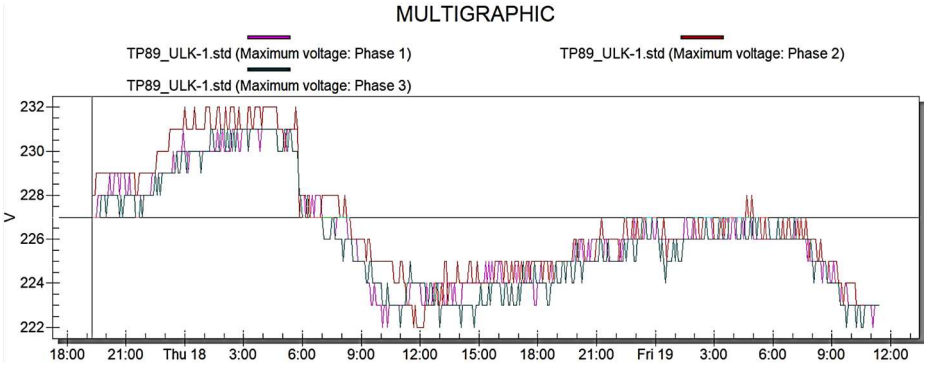


Рисунок 3 – Графики максимальных значений напряжения по 3 фазам

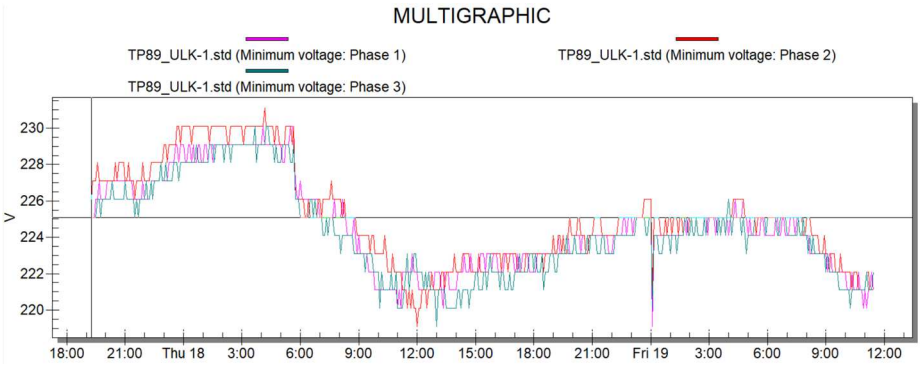


Рисунок 4 – Графики минимальных значений напряжения по 3 фазам

3. Размах изменения напряжения $\delta U = \frac{(223-222)*100\%}{220} = 0{,}45\ \%$ (по (1.2)).

4. Несинусоидальность напряжения проанализируем по формулам (1.3). Например, для фазы L1:

$$\boldsymbol{K_U = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{m} U_n^2}}{U_{ном}} * 100\ \% = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{m} (p_n{}^2\%) U_{ном}^2}}{U_{ном}} * 100\ \% = \sqrt{\sum_{n=2}^{m} (p_n\%)^2} * 100\ \% = 2{,}75\ \%.}$$

(Норма до **8**%), где m = 40, т.е. до 40-й гармоники.

$\boldsymbol{K_{U(n)} = 2{,}175\%}$ (Норма до **5**%) (рис. 5)

✓ Соответствует нормативам

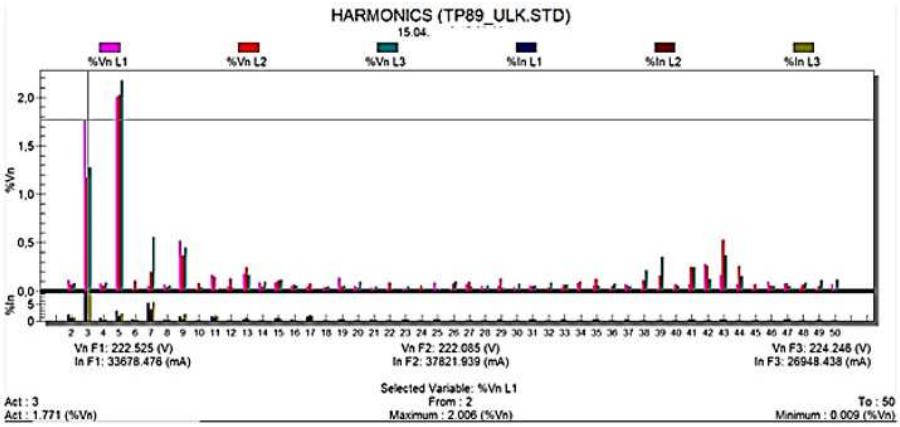


Рисунок 6 – Диаграмма гармоник (до 40-й)

Общие данные:

– Прерывания напряжения, провалы напряжения и перенапряжения, импульсные напряжения в период записи данных не наблюдались.

– Максимальный фазный ток достигал 42 А.

– Максимальный ток нейтрали достигал 2,4 А.

– В среднем коэффициент мощности составлял – 0,99.

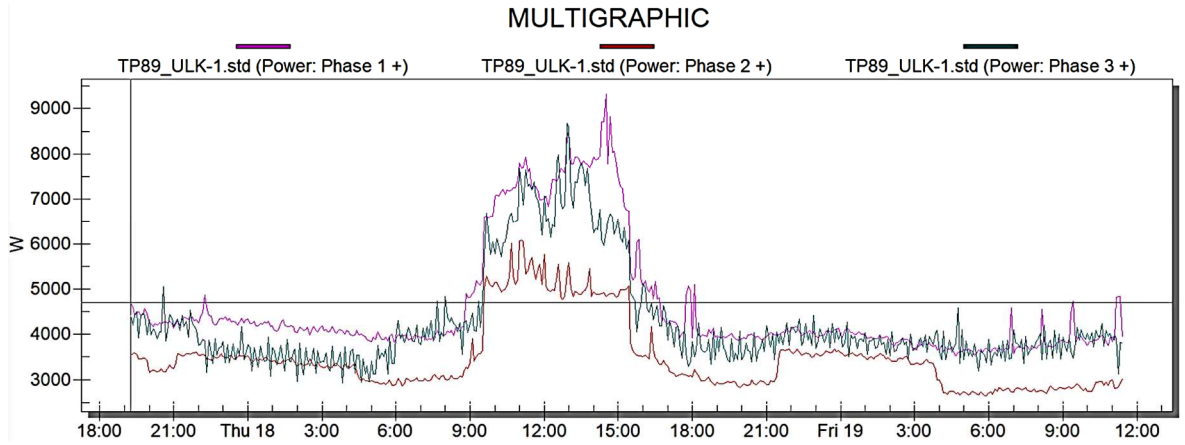


Рисунок 7 – График потребляемой мощности

Выводы по результатам работы

1. Качество электрической энергии в южном кампусе МАУ соответствует требованиям ГОСТ 32144-2013.

2. Эксплуатация техники в южном кампусе МАУ является безопасной, надёжной и не требует принятия дополнительных мер по нормализации качества электроэнергии.

Литература

1. ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Введ. 2014-07-01. – М. : Стандартинформ, 2014. – 19 с.
2. ГОСТ 30804.4.30-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии. Введ. 2014-08-01. – М. : Стандартинформ, 2014. – 58 с.
3. Circutor S.A. Анализатор электропотребления AR5 и AR5-L : руководство пользователя (M98151101-03-05A). – Viladecavalls (Spain). – 53 с.

References

1. GOST 32144-2013 Electric energy. Electromagnetic compatibility of technical equipment. Power quality limits in public power supply systems. – Introduced 2014-07-01. – M. : Standartinform, 2014. – 19 p.
2. GOST 30804.4.30-2013 Electric energy. Electromagnetic compatibility of technical equipment. Methods of power quality measurements. Introduced 2014-08-01. – M. : Standartinform, 2014. – 58 p.
3. Circutor S.A. AR5 and AR5-L Power Analyzer: User manual (M98151101-03-05A). – Viladecavalls (Spain). – 53 p.

УДК 004.5

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ИНТЕРФЕЙСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГРАФИЧЕСКОГО ОФОРМЛЕНИЯ

♦♦♦♦♦

INTERFACE PERFORMANCE DEPENDING ON GRAPHIC DESIGN

Питкин Виктор Александрович
старший преподаватель
кафедры физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
irvik25@mail.ru

Бритвина Александра Михайловна
студентка группы 25-КБ-ПИ2,
факультет информационных технологий
и кибербезопасности,
Кубанский государственный технологический университет
sashabritvina489@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается влияние графического оформления на производительность интерфейсов. Описан принцип рендеринга, включающий три этапа: обработку пользовательского ввода, пересчёт расположения элементов и финальную отрисовку. Показано, что наибольшую нагрузку создаёт пересчёт расположения (layout recalculation), тогда как трансформации на видеокарте обрабатываются быстрее. Выделены основные факторы, снижающие производительность: смена стилей, изменение геометрии элементов, а также смена текстур и режимов рисования. Описаны методы оптимизации – групповая отрисовка (батчинг), использование текстурных атласов и замена анимаций пересчёта на анимации трансформаций. Статья предназначена для разработчиков интерфейсов, веб-дизайнеров и специалистов по оптимизации графики.

Ключевые слова: производительность интерфейса, рендеринг, частота кадров, пересчёт расположения элементов, трансформации, батчинг, групповая отрисовка, оптимизация графики, UI-поток, команды отрисовки, графика.

Pitkin Viktor Alexandrovich
Senior Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
irvik25@mail.ru

Britvina Alexandra Mikhailovna
Student of group 25-KB-PI2,
Faculty of Information Technology
and Cybersecurity,
Kuban State Technological University
sashabritvina489@gmail.com

Annotation. The article examines the influence of graphic design on interface performance. The rendering principle is described, including three stages: processing user input, recalculating the layout of elements, and final rendering. It is shown that the greatest load is created by layout recalculation, while transformations on the graphics card are processed faster. The main factors that reduce performance are identified: changing styles, changing element geometry, and changing textures and drawing modes. Optimization methods are described – batching, the use of texture atlases, and replacing layout animations with transformation animations. The article is intended for interface developers, web designers, and graphics optimization specialists.

Keywords: interface performance, rendering, frame rate, layout recalculation, transformations, batching, batch rendering, graphics optimization, UI thread, draw calls, graphics.

Производительность интерфейса – это способность графического пользовательского интерфейса (GUI) обеспечивать плавное отображение и мгновенную реакцию на действия пользователя при заданных параметрах графического оформления. Основным количественным показателем производительности является частота кадров (frame rate) – количество обновлений экрана в секунду. Снижение частоты кадров воспринимается пользователем как «тормоза», «зависания» и «дерганность» интерфейса [1].

Речь идёт о влиянии параметров графического оформления – количества теней, градиентов, скруглений, анимаций, текстур и режимов наложения – на вычислительную нагрузку центрального процессора (CPU) и графического процессора (GPU). Первые исследования зависимости производительности от графического оформления появились ещё в эпоху становления графических операционных систем (Windows 3.x, Mac OS Classic). Значительный прорыв произошёл в середине 2000-х годов с появлением аппаратно-ускоренных интерфейсов (Windows Aero, macOS Quartz Compositor). На сегодняшний день проблема производительности интерфейсов стала особенно актуальной в связи с распространением мобильных устройств с ограниченными ресурсами и веб-приложений со сложной анимацией [2].

Принцип работы

Рендеринг интерфейса включает три последовательных этапа, выполняемых в одном потоке – UI-потоке. Первый этап – обработка событий пользовательского ввода (клики, нажатия клавиш, движения мыши). Второй этап – пересчёт расположения элементов интерфейса (layout recalculation), в ходе которого система заново вычисляет позиции и размеры всех визуальных компонентов. Третий этап – отрисовка (rendering), при которой сформированное изображение отправляется на экран. Если суммарное время всех трёх этапов превышает временной бюджет одного кадра, происходит пропуск кадров, и интерфейс начинает «тормозить» [3].

Наибольшую вычислительную нагрузку создаёт второй этап – пересчёт расположения элементов. Изменение таких свойств, как ширина, высота, положение элемента (например, при выдвижении бокового меню или анимации появления), запускает полный перерасчёт геометрии всей иерархии элементов, включая те, которые визуально не изменились. Трансформации (сдвиг, поворот, масштабирование) обрабатываются непосредственно на GPU и не вызывают перерасчёта расположения, поэтому они значительно быстрее.

Влияние различных графических деталей на производительность можно описать следующими факторами:

1. Смена стиля. Каждый раз, когда у элемента меняется цвет, шрифт, тень или другое оформление, система заново просчитывает, как этот элемент должен выглядеть. Если внутри одного блока вложено много других элементов (например, меню с подпунктами), нагрузка становится выше.

2. Изменение геометрии. Когда у элемента меняется форма (скругление углов, толщина рамки или контур), системе приходится перестраивать его графическую основу с нуля.

3. Смена текстур и режимов рисования. Использование масок, плавных переходов цвета (градиентов), теней или полупрозрачности заставляет видеокарту каждый раз переключаться между разными способами рисования.

Преимущества и недостатки

К достоинствам минималистичного графического оформления относится высокая производительность даже на слабых устройствах, низкое энергопотребление и предсказуемое время отклика. Интерфейсы, использующие трансформации вместо пересчёта layout, способны поддерживать плавную анимацию при частоте 60 кадров в секунду без пропусков.

Главным недостатком сложного графического оформления является очень высокая вычислительная нагрузка. Один анимированный элемент с изменяемой шириной может вызывать пересчёт расположения всех элементов на странице, что при глубокой вложенности приводит к заметным задержкам. Частая смена текстур и режимов наложения увеличивает количество draw calls (команд отрисовки), а каждое переключение состояния GPU стоит времени. При анимации скруглений или границ происходит постоянная перестройка вершинных буферов, что также создаёт избыточную нагрузку. Для решения этих проблем применяют групповую отрисовку (батчинг), использование текстурных атласов и замену анимаций layout на анимации трансформаций [3].

Современные возможности

Современные реализации интерфейсов включают гибридный подход: для статичных элементов используется минимальный пересчёт, а для анимированных трансформации на GPU. Групповая отрисовка позволяет объединять визуальные элементы с одинаковыми текстурами и шейдерами в одну команду отрисовки, что значительно снижает нагрузку на CPU. Текстурные атласы – объединение множества мелких иконок в одно большое изображение, сохраняют эффективность батчинга даже при использовании разных исходных картинок. Эти технологии широко применяются в мобильных приложениях (Android Compose, SwiftUI) и игровых движках (Unity, Unreal Engine) [4].

Одними из самых ярких примеров влияния графического оформления на производительность являются современные веб-порталы с тяжёлой анимацией, например лендинги студий веб-дизайна, где множество анимированных элементов с тенями и

градиентами вызывают заметные тормоза на устройствах среднего уровня. Обратным примером можно считать интерфейс текстового редактора iA Writer, где минималистичное оформление и полное отсутствие лишних анимаций обеспечивают мгновенный отклик даже на самых слабых компьютерах. Технология активного мониторинга производительности (Realtime Performance Monitoring) позволяет в реальном времени отслеживать проблемные места интерфейса и выдавать рекомендации по упрощению графического оформления [1].

Производительность интерфейса остаётся одной из ключевых характеристик качества программного продукта. С развитием аппаратного обеспечения (более быстрые GPU, высокая частота обновления экранов) и алгоритмов оптимизации (батчинг, текстурные атласы, асинхронный рендеринг) метод продолжает активно развиваться. Комплексный подход, включающий разумное ограничение теней и градиентов, использование трансформаций вместо пересчёта layout и применение групповой отрисовки, позволяет значительно повысить производительность интерфейса и сделать его плавным даже на устройствах с ограниченными ресурсами.

Литература

1. Готская И.Б. Универсальный подход к мониторингу производительности веб-графики в информационно-технологической инфраструктуре / И.Б. Готская, В.С. Абрамов // Современные наукоемкие технологии. – 2025. – № 4. – С. 24–29.
2. Ловец В.В. Оптимизация графики мобильных устройств / В.В. Ловец, А.С. Волчек // Радиотехника и электроника: Сборник материалов 61-й научной конференции. – Мн. : БГУИР, 2025. – С. 88–89.
3. Курта П.А. Система статистического измерения атомарной эффективности графических элементов интерфейсов // Труды учебных заведений связи. – 2024. – Т. 10. – № 6. – С. 99–110.
4. Морунов А.Д. Алгоритмы сглаживания изображения для систем с несколькими графическими адаптерами / А.Д. Морунов, И.А. Карасева, А.М. Суворов // Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых. – СПб. : Университет ИТМО, 2026.

References

1. Gotskaya I.B. A universal approach to monitoring the performance of web graphics in information technology infrastructure / I.B. Gotskaya, V.S. Abramov // Modern High Technologies. – 2025. – № 4. – P. 24–29.
2. Lovets V.V. Optimization of graphics for mobile devices / V.V. Lovets, A.S. Volchek // Radio Engineering and Electronics: Proceedings of the 61st Scientific Conference. – Mn. : BSUIR, 2025. – P. 88–89.
3. Kurta P.A. A system for statistical measurement of the atomic efficiency of graphical interface elements // Proceedings of Telecommunication Universities. – 2024. – Vol. 10. – № 6. – P. 99–110.
4. Morunov A.D. Image smoothing algorithms for systems with multiple graphics adapters / A.D. Morunov, I.A. Karaseva, A.M. Suvorov // Collection of abstracts of the Congress of Young Scientists. – SPb. : ITMO University, 2026.

УДК 004.42:332.334

УПРАВЛЕНИЕ IT-ПРОЕКТАМИ В КАДАСТРОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
♦♦♦♦♦
MANAGEMENT OF IT PROJECTS IN CADASTRAL ACTIVITIES

Посохова Виктория Александровна
студентка кафедры кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный технологический университет
posohova.victory@yandex.ru

Ачох Джанета Руслановна
студентка кафедры кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный технологический университет
janetaachmiz@icloud.com

Гура Дмитрий Андреевич
кандидат технических наук,
доцент,
и.о. заведующего кафедрой кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный технологический университет;
Кубанский государственный аграрный университет
gda-kuban@mail.ru

Аннотация. Цифровая трансформация кадастровой деятельности сопровождается проблемами управления IT-проектами: нестабильностью нормативной базы, фрагментацией данных и дефицитом междисциплинарных компетенций. Предложены гибридные модели управления с дифференциацией подходов к разработке юридически критичных и сервисных модулей, а также механизмы нормативного мониторинга и автоматизированной верификации данных. В качестве перспектив развития выделены интеграция искусственного интеллекта, цифровые двойники земельных участков и распределённые архитектуры хранения информации. Обоснована необходимость формирования отраслевых стандартов управления проектами с учётом специфики юридической ответственности в кадастровой сфере.

Ключевые слова: управление IT-проектами, кадастровая деятельность, цифровизация, геоинформационные системы, гибридные методологии, качество данных.

Posokhova Victoria Aleksandrovna
Student of the Department
of Cadastre and Geoingenery,
Kuban State University of Technology
posohova.victory@yandex.ru

Achokh Dzhaneta Ruslanovna
Student of the Department
of Cadastre and Geoingenery,
Kuban State University of Technology
janetaachmiz@icloud.com

Gura Dmitry Andreevich
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Acting Head of the Department
of Cadastre and Geoengineering,
Kuban State University of Technology;
Kuban State Agrarian University
gda-kuban@mail.ru

Annotation. The digital transformation of cadastral activities is accompanied by problems in managing IT projects: instability of the regulatory framework, data fragmentation, and a lack of interdisciplinary competencies. Hybrid management models with differentiated approaches to the development of legally critical and service modules, as well as mechanisms for regulatory monitoring and automated data verification, have been proposed. The integration of artificial intelligence, digital twins of land plots, and distributed information storage architectures have been identified as promising areas for development. The need to establish industry-specific project management standards that take into account the specific legal responsibilities in the cadastral sector has been substantiateds.

Keywords: IT project management, cadastral activities, digitalization, geoinformation systems, hybrid methodologies, and data quality.

Современная кадастровая деятельность в Российской Федерации переживает этап глубокой цифровой модернизации. Процессы учёта земельных участков и объектов недвижимости всё чаще переводятся в электронный формат, что создаёт предпосылки для повышения прозрачности, сокращения сроков обработки запросов и улучшения качества принимаемых управленческих решений. Однако сама по себе цифровизация не гарантирует успеха – эффективность внедрения информационных систем напрямую зависит от грамотной организации проектной деятельности. В условиях кадастровой сферы управление IT-проектами осложняется рядом факторов: динамичностью законодательных требований, высокой степенью ответственности за точность данных и необходимостью координации усилий специалистов из различных профессиональных областей. Эти особенности требуют переосмысления традиционных подходов к управлению проектами и разработки адаптированных методологических решений [1].

Проблемы управления IT-проектами в кадастровой сфере

Анализ практики реализации проектов цифровизации кадастровых процессов позволяет выделить три взаимосвязанные группы проблем.

Во-первых, нормативно-правовая среда кадастровой деятельности отличается высокой динамичностью. Министерство экономического развития регулярно обновляет форматы электронных документов, требования к электронной подписи и правила межведомственного взаимодействия. Такая нестабильность создаёт постоянную неопределённость в требованиях к функционалу разрабатываемых систем. Традиционная каскадная модель (Waterfall), предполагающая жёсткую фиксацию требований на начальном этапе, оказывается малопригодной: по оценкам специалистов Росреестра, большинство проектов, реализованных по этой схеме, требуют существенной доработки после завершения из-за изменившихся нормативных условий. В то же время чисто гибкие подходы (Scrum, Kanban) сталкиваются с ограничениями, обусловленными юридической критичностью кадастровых данных – ошибки в программной реализации модулей формирования межевых или технических планов могут повлечь признание недействительными официальных актов учёта и повлечь судебные разбирательства [2].

Во-вторых, кадастровая информация фрагментирована между различными уровнями управления. Федеральные системы (ЕГРН, ФГИС ТП), региональные информационные ресурсы и муниципальные платформы (схемы территориального планирования, генеральные планы) зачастую функционируют автономно. Отсутствие унифицированных стандартов обмена данными приводит к дублированию сведений, расхождениям в характеристиках одних и тех же земельных участков и снижению доверия пользователей к цифровым сервисам. Практика межведомственных проверок показывает, что в отдельных регионах до четверти записей о категории земель не совпадают между федеральным и региональным уровнями учёта.

В-третьих, успешная реализация проектов требует слаженной работы специалистов разных профилей: кадастровых инженеров, геодезистов, юристов, разработчиков ГИС и системных аналитиков. Однако в реальности преобладает узкоспециализированный подход: программисты зачастую не знакомы с тонкостями земельного законодательства, а кадастровые инженеры слабо представляют технические возможности цифровых платформ. Подобный разрыв в компетенциях приводит к формированию некорректных технических заданий, увеличению числа согласовательных итераций и неоправданному росту стоимости проектов [3].

Пути решения: адаптация методологий управления

Для преодоления указанных проблем целесообразно применение гибридных моделей управления, сочетающих элементы предиктивного и итеративного подходов с учётом специфики кадастровой деятельности.

Ключевой принцип такой модели – дифференциация методов управления в зависимости от типа модуля системы. Юридически критичные компоненты (модули формирования межевых планов, технических планов, актов обследования) целесообразно разрабатывать по предиктивной схеме с детальным проектированием и обязательной юридической экспертизой на каждом этапе жизненного цикла. В то же время сервисные элементы (пользовательские интерфейсы, модули отчётности, аналитические панели) могут создаваться итеративно с постоянной обратной связью от конечных пользователей. Подобный подход позволяет обеспечить надёжность базовых функций при сохранении гибкости в части пользовательского опыта [4].

Важным элементом адаптированной модели является механизм нормативного мониторинга. В проектную команду рекомендуется включать специалиста, ответственного за отслеживание изменений в законодательстве и оперативную корректировку требований к системе. Инструментарий такого мониторинга может включать как ручной анализ правовых порталов, так и автоматизированные системы сбора информации с последующей классификацией изменений по степени их влияния на функционал (критическое, существенное, косвенное).

Не менее значимым направлением является стандартизация качества пространственных данных. Для минимизации ошибок на этапах ввода и обработки кадастровой информации необходимо внедрение автоматизированных правил верификации, встроенных непосредственно в рабочие процессы проекта. К таким правилам относят-

ся: контроль топологической корректности границ участков (отсутствие самопересечений и разрывов линий), проверка соответствия площади участка допустимым отклонениям для конкретной категории земель, верификация привязки координат к государственной геодезической сети, анализ возможных пересечений с границами особо охраняемых природных территорий и зон с особыми условиями использования. Автоматизация этих проверок снижает зависимость от человеческого фактора и обеспечивает единообразие данных в масштабах всей информационной системы [3].

Перспективы развития: от цифровых систем к интеллектуальным решениям

Дальнейшая эволюция управления IT-проектами в кадастровой сфере связана с переходом от простой автоматизации рутинных операций к созданию интеллектуальных систем поддержки принятия решений.

Одним из перспективных направлений является интеграция технологий искусственного интеллекта. В ближайшие годы ожидается появление решений, способных автоматически выявлять ошибки в межевых планах, прогнозировать изменения в использовании земель на основе анализа спутниковых снимков и социально-экономических показателей, а также генерировать рекомендации по оптимизации земельных участков с учётом градостроительных регламентов и экологических ограничений. Реализация подобных решений потребует формирования обучающих наборов данных на основе архивов ранее выявленных кадастровых ошибок [4].

Ещё одним перспективным направлением развития кадастровых информационных систем является формирование цифровых двойников земельных участков. Цифровой двойник представляет собой интегрированную динамическую модель, объединяющую пространственные параметры, правовые атрибуты, экологические характеристики и историю изменения целевого назначения. Реализация подобных моделей требует формирования междисциплинарных проектных команд с привлечением специалистов в области BIM-технологий, экологического мониторинга и анализа пространственных данных.

Также перспективным направлением развития кадастровых информационных систем является исследование распределённых архитектур хранения данных. Централизованная модель ЕГРН обеспечивает единообразие и юридическую значимость сведений, однако ограничивает оперативность их актуализации на региональном и муниципальном уровнях. Внедрение федеративного подхода с сохранением единого правового пространства может повысить скорость обновления кадастровой информации за счёт делегирования функций локальной верификации субъектам Федерации при обязательной синхронизации с федеральным регистром. Реализация подобных архитектур потребует формирования компетенций в области распределённых вычислений и защиты критически важных информационных систем [5].

Таким образом, управление IT-проектами в кадастровой деятельности трансформируется от универсальных методологий к отраслевым моделям, учитывающим нормативную специфику и юридическую ответственность. Ключевые проблемы преодолимы через гибридные подходы к управлению, дифференциацию стратегий разработки и автоматизированную верификацию данных. Перспективы развития определяются интеграцией искусственного интеллекта, формированием цифровых двойников земельных участков и внедрением распределённых архитектур хранения информации. Дальнейшие исследования следует направить на разработку отраслевых стандартов управления проектами и методик оценки зрелости цифровых кадастровых систем по критериям надёжности и адаптивности.

Литература

1. Дьякова Н.А. Применение современных технологий в кадастровой деятельности / Н.А. Дьякова, И.С. Грибкова // Кадастр недвижимости, геодезия, организация землепользования: опыт практического применения : материалы Всероссийской (национальной) заочной научно-практической конференции. – Барнаул, 2022. – С. 112–116.
2. Коломыцев А.А. Исследование функционирования информационных систем в области кадастровой деятельности / А.А. Коломыцев, Д.А. Гура, А.М. Лаврищев // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2021. – № 4. – С. 162–165.

3. Яроцкая Е.В. Географические информационные системы в землеустройстве и кадастрах : учеб. пособие / Е.В. Яроцкая, А.В. Матвеева, Д.А. Липилин. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2023. –178 с. EDN: ECUYPP
4. Гура Д.А. Применение технологий искусственного интеллекта в кадастре и геодезии: современное состояние и перспективы // Вестник Сибирского государственного университета геосистем и технологий. – 2025. – Т. 30. – № 1. – С. 126–136.
5. Простякова Е.И. Цифровое землеустройство – задачи и перспективы / Е.И. Простякова, А.И. Степанов, Г.А. Краснов // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». – 2021. – № 1. – С. 29–42.

References

1. Dyakova N.A. Application of modern technologies in cadastral activities / N.A. Dyakova, I.S. Gribkova // Cadastral Real Estate, Geodesy, Land Use Organization: Experience of Practical Application : Materials of the All-Russian (National) Correspondence Scientific and Practical Conference. – Barnaul, 2022. – P. 112–116.
2. Kolomyts A.A. Research of the functioning of information systems in the field of cadastral activities / A.A. Kolomyts, D.A. Gura, A.M. Lavrishchev // Scientific Works of the Kuban State Technological University. – 2021. – № 4. – P. 162–165.
3. Yarotskaya E.V. Geographical Information Systems in Land Management and Cadastres : a study guide / E.V. Yarotskaya, A.V. Matveeva, D.A. Lipilin. – Krasnodar : Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2023. – 178 p. EDN: ECUYPP
4. Gura D.A. Application of artificial intelligence technologies in cadastre and geodesy: current state and prospects // Bulletin of the Siberian State University of Geosystems and Technologies. – 2025. – Vol. 30. – № 1. – P. 126–136.
5. Prostyakova E.I. Digital Land Management: Challenges and Prospects / E.I. Prostyakova, A.I. Stepanov, G.A. Krasnov // International Journal of Applied Sciences and Technologies «Integral». – 2021. – № 1. – P. 29–42.

УДК 69.059

МЕТОДЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

♦♦♦♦♦

METHODS OF RECONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

Старостин Андрей Александрович
студент,
Кубанский государственный технологический университет
andrey.starostin96@mail.ru

Леонова Анна Николаевна
кандидат технических наук,
доцент,
Кубанский государственный технологический университет
lan_kubstu@mail.ru

Аннотация. Настоящая статья направлена на изучение и анализ методов реконструкции общественных зданий и сооружений. В данной работе представлены и детально проанализированы основные методы реконструкции. Также рассмотрены цели каждого из видов реконструкции.

Ключевые слова: архитектура, здание, сооружение, строительные конструкции, функциональное назначение, коммуникации, экология, реконструкция, усиление.

Starostin Andrey Aleksandrovich
Student,
Kuban State Technological University
andrey.starostin96@mail.ru

Leonova Anna Nikolaevna
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State Technological University
lan_kubstu@mail.ru

Annotation. This article is aimed at studying and analyzing the methods of reconstruction of public buildings and structures. This paper presents a detailed analysis of the main methods of reconstruction. The goals of each type of reconstruction are also considered.

Keywords: architecture, building, structure, building structures, functional purpose, communications, ecology, reconstruction, reinforcement.

Реконструкция объектов капитального строительства – это комплекс строительно-монтажных работ, направленных на восстановление и ремонт зданий и сооружений, повышение значений технико-экономических показателей, улучшение эксплуатационной, экологической и промышленной безопасности, а также повышение энергоэффективности и изменение конструктивных и архитектурных решений объектов [1].

Реконструкция – это сложный и трудоемкий процесс, отличный от нового строительства и капитального ремонта и регламентируемый градостроительным кодексом Российской Федерации. Рассматриваемый комплекс работ зачастую имеет повышенную сложность ввиду необходимости внесения изменений как в инженерно-технологические системы зданий и сооружений, так и в конструктивную планировку объектов капитального строительства.

С точки зрения экономики, экологии и социологии реконструкция должна быть рациональной, она также должна обеспечивать экономичность ремонтных работ и капитальность объемно-планировочных и конструктивных решений.

Данный процесс также должн обеспечивать комфортность, безопасность, функциональность и экологичность пользования объектов, подвергшихся реконструкции. Существует несколько методов реконструкции зданий и сооружений [2]. В данной статье подробно рассмотрим каждый из них.

Инженерная реконструкция. Данный метод реконструкции направлен на увеличение комфортабельности помещений, расположенных внутри зданий, замену и модернизацию инженерных систем и коммуникаций.

Целями реконструкции инженерных коммуникаций являются:

- Увеличение показателей энергоэффективности зданий и сооружений путем замены или модернизации систем вентиляции, кондиционирования и отопления, а также теплоизоляции помещений и их освещения;
- Замена систем электроснабжения реконструируемых объектов. Данная цель включает в себя полную или частичную замену электрооборудования и электрических сетей, а также монтаж новых систем пожаротушения, пожарной сигнализации, видеонаблюдения;

- Модернизация систем канализации и водоснабжения зданий и сооружений путем замены систем трубопроводов, запорной и проходной арматуры, счетчиков и сантехнического оборудования;
- Улучшение лифтовых систем и эскалаторов, направленное на повышение уровня безопасности и комфорта людей.

Инженерная реконструкция позволяет оптимизировать безопасность, комфортабельность и энергоэффективность объектов капитального строительства, помимо этого она способствует снижению расходов эксплуатационных ресурсов зданий и сооружений [3].

Архитектурная реконструкция. Настоящий метод реконструкции в первую очередь направлен на сохранение архитектурных приемов, форм и стилей, которые были использованы при строительстве зданий и сооружений.

Данный вид реконструкции зачастую применяется для сохранения зданий и сооружений, являющихся частью культурно-исторического наследия, или восстановления исторической ценности объектов капитального строительства.

Целями архитектурной реконструкции являются:

- Восстановление или замена поврежденных ввиду различных факторов архитектурных элементов внешней и внутренней отделки зданий и сооружений;
- Проведение ремонтных работ, направленных на модернизацию фасадов реконструируемых объектов;
- Приведение экстерьера и интерьера объектов к первоначальным проектным решениям, имеющим высокую архитектурно-культурологическую ценность;
- Усиление строительных конструкций посредством применения наиболее выгодных с точки зрения сохранения архитектурных стилей методов;
- Изменение (при необходимости) объемно-панировочных решений зданий и сооружений, а также пристраивание дополнительных помещений к существующим объектам. Перепланировка помещений возможна только в зданиях и сооружениях, которые не являются объектами культурного или исторического наследия.

Для проведения архитектурной реконструкции зданий и сооружений необходимо первоначально произвести исследования и анализ исторических исходных данных. Нередко, при отсутствии исходной проектной документации, первоначальные архитектурные формы и стили реконструируемого здания или сооружения определяют путем анализа старинных фотографий и градостроительных планов прошлых веков [4].

Также немаловажной составляющей проведения архитектурной реконструкции старинных зданий и сооружений является получение разрешений и согласований от соответствующих организаций и соблюдение правил и требований, регламентирующих архитектурно-строительный облик объектов капитального строительства в условиях исторической застройки.

Функциональная реконструкция. Данный вид реконструкции направлен исключительно на изменение функционального назначения зданий и сооружений. Внесение изменений в функциональное назначение объекта проектирования зачастую требует проведение перепланировок или усиления строительных конструкций.

Цели функциональной реконструкции:

- Повышение эргономичности и комфортабельности эксплуатации зданий и сооружений;
- Адаптация зданий и сооружений под новый функционал и современные требования;
- Оптимизация пользования объектов реконструкции.

Функциональная реконструкция дает возможность полностью адаптировать существующие здания и сооружения к современным потребностям людей и требованиям градостроительных норм и правил. Проведение функциональной реконструкции объектов капитального строительства позволяет не только улучшить функциональность и повысить уровень комфорта при эксплуатации зданий и сооружений, но и изменить в лучшую сторону эстетический вид объекта [5].

Энергетическая реконструкция. Рассматриваемый вид реконструкции предназначен для повышения энергоэффективности зданий и сооружений. В состав работ энергетической реконструкции входят:

- Модернизация теплоизоляционных систем зданий и сооружений;
- Замена оконных и дверных блоков на аналоги с большей энергоэффективностью;
- Монтаж оборудования, воспроизводящего возобновляемые источники энергии, такие как солнечные батареи на кровле зданий и сооружений.

Энергетическая реконструкция позволяет снизить энергопотребление зданий и сооружений и улучшить энергоэффективность объектов капитального строительства, что позволяет существенно сократить энергозатраты и снизить негативные воздействия объекта на окружающую среду.

Экологическая реконструкция. Главной целью экологической реконструкции объектов капитального строительства является модернизация зданий в части монтажа систем сбора и переработки отходов, замена строительных материалов, оказывающих негативные воздействия на окружающую среду, на новые экологически чистые материалы и изделия.

Также неотъемлемой частью экологической реконструкции объектов является благоустройство территории, на которой расположены здания и сооружения. Экологическая реконструкция позволяет создать вокруг существующих зданий и сооружений благоприятную экологическую обстановку, что положительно влияет на комфортабельность эксплуатации реконструируемых объектов.

Проведение реконструкции любого вида проходит аналогично осуществлению работ нового строительства или капитального ремонта, однако трудоемкость работ по реконструкции объектов капитального строительства зачастую выше на 25–30 %. Данная статистика обусловлена несколькими факторами: стесненные условия ремонтных и строительных работ, ограниченность выбора технологии строительных процессов и применения строительных материалов, необходимость соблюдения общего архитектурного стиля застройки и т.д. [6].

Проведение работ по реконструкции можно разделить на несколько этапов:

1. Предпроектный этап, включающий в себя сбор первичной информации об объекте, получение исходных данных для дальнейшего проектирования.
2. Проведение инженерно-геологических изысканий.
3. Проведение работ по разработке проектной и рабочей документации на основе полученных ранее данных. Определение технологии ремонтных работ и подбор архитектурных и объемно-планировочных решений.
4. Этап согласования проекта с заказчиками и иными инстанциями, заинтересованными в реконструкции определенного объекта капитального строительства.
5. Этап прохождения экспертизы проектной документации.
6. Реализация проекта, выполнение строительно-монтажных и демонтажных работ непосредственно на строительной площадке реконструируемого объекта.
7. Осуществление пуско-наладочных работ, проверка работы оборудования и систем, подвергшихся реконструкции.
8. Сдача объекта в эксплуатацию.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод, что реконструкция объектов капитального строительства является очень важной и неотъемлемой частью строительных работ. Проведение реконструкции зданий и сооружений позволяет в полной мере обеспечить высокий функционал и комфортабельность объектов.

Каждый из вышеуказанных методов реконструкции имеет свои особенности и цели, однако все они направлены на повышение технико-экономических показателей, увеличение энергоэффективности зданий и сооружений, а также сохранение исторической и культурологической ценности объектов реконструкции.

Литература

1. Абромян С. Современные технологии реконструкции и капитального ремон та зданий и сооружений / С. Абромян, О. Бурлаченко. – Изд-во ЛитРес, 2021. – 190 с.

2. Бадьин Г.М. Технолоии строительства и реконструкции энеро эффективных зданий / Г.М. Бадьин, С.А. Сычёв, Г.Д. Макаридзе. – СПб. : БХВ-Петербург, 2017. – 464 с.
3. Федоров В.В. Реконструкция и реставрация зданий : учебник. – М. : ИНФРА-М, 2021. – 208 с.
4. Федоров В.В. Реконструкция зданий, сооружений и городской застройки : учеб. пособие / В.В. Федоров, Н.Н. Федорова, Ю.В. Сухарев. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 224 с.
5. Мосаков Б.С. К вопросу реконструкции зданий и сооружений / Б.С. Мосаков, В.Л. Курбатов // Университетская наука. – 2017. – № 1(3). – С. 59–64.
6. Современные материалы и технологии отделки фасадов при реконструкции и реновации жилого фонда / Л.А. Сулейманова [и др.] // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2018.

References

1. Abromyan S. Modern Technologies of Reconstruction and Capital Repair of Buildings and Structures / S. Abromyan, O. Burlachenko. – LitRes Publishing House, 2021. – 190 p.
2. Badin G.M. Technologies of Construction and Reconstruction of Energy Efficient Buildings / G.M. Badin, S.A. Sychev, G.D. Makaridze. – SPb.. : BHV-Petersburg, 2017. – 464 p.
3. Fedorov V.V. Reconstruction and Restoration of Buildings : textbook. – M. : INFRA-M Publ., 2021. – 208 p.
4. Fedorov V.V. Reconstruction of buildings, structures and urban development : textbook / V.V. Fedorov, N.N. Fedorova, Yu.V. Sukharev. M. : INFRA-M Publ., 2019. – 224 p.
5. Mosakov B.S. On the issue of reconstruction of buildings and structures / B.S. Mosakov, V.L. Kurbatov. – 2017. – № 1(3). – P. 59–64.
6. Modern materials and technologies for finishing facades in the reconstruction and renovation of the housing stock / L.A. Suleymanova [et al.] // Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. – 2018.

УДК 69.07

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ УСИЛЕНИЯ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ, НАРАЩИВАНИЕМ СЕЧЕНИЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ АРМИРОВАНИЕМ

♦♦♦♦♦

COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS FOR STRENGTHENING PREFABRICATED REINFORCED CONCRETE FLOOR SLABS WITH COMPOSITE MATERIALS, CROSS-SECTION BUILD-UP AND ADDITIONAL REINFORCEMENT

Тарабанов Евгений Алексеевич
студент,
Кубанский государственный технологический университет
jenyat60@mail.ru

Леонова Анна Николаевна
кандидат технических наук,
доцент,
Кубанский государственный технологический университет
lan_kubstu@mail.ru

Аннотация. Представленная статья рассматривает проблему применения различных методов усиления для ремонта и увеличения несущей способности сборных железобетонных многопустотных плит перекрытий. В статье представлены три основных метода усиления: применение композитных материалов, способ наращивания сечений и дополнительное армирование. На основе представленных данных о каждом из методов усиления произведен сравнительный анализ и сделан вывод о целесообразности, эффективности и экономичности применения каждого из них.

Ключевые слова: усиление, многопустотная плита, железобетонные конструкции, распределение нагрузок, арматура, элементы усиления, ремонтные работы.

Tarabanov Evgeny Alekseevich
Student,
Kuban State Technological University
jenyat60@mail.ru

Leonova Anna Nikolaevna
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State Technological University
lan_kubstu@mail.ru

Annotation. The presented article considers the problem of using various methods of reinforcement for the repair and increase of the bearing capacity of prefabricated reinforced concrete hollow-core floor slabs. The article presents three main methods of reinforcement: the use of composite materials, the method of building up sections and additional reinforcement. On the basis of the presented data on each of the enhancement methods, a comparative analysis was carried out and a conclusion was made about the expediency, efficiency and cost-effectiveness of using each of them.

Keywords: reinforcement, hollow-core slab, reinforced concrete structures, load distribution, reinforcement, reinforcement elements, repair work.

Сегодня капитальный ремонт и реконструкция зданий и сооружений являются наиболее распространенной градостроительной деятельностью на территории нашей страны. Ввиду данного факта возникает необходимость увеличения показателей долговечности и надежности находящихся в эксплуатации объектов капитального строительства.

Строителями, проектировщиками и учеными разрабатываются новые и модернизируются существующие методы усиления строительных конструкций, которые могут позволить облегчить строительно-монтажные и ремонтные работы, а также поспособствовать изменению в лучшую сторону прочностных характеристик строительных железобетонных конструкций. Разрабатываются новые нормативные документы и актуализируются старые альбомы чертежей.

Работы по проектированию усиления железобетонных строительных конструкций считаются более сложными, чем проектирование новых строительных конструкций. Как правило, каждый проект по реконструкции или капитальному ремонту, в котором необходимо проводить работы по усилению строительных конструкций, требует учета отдельных индивидуальных особенностей, таких как состояние железобетонных конструкций как ремонтируемых, так и соседних, наличие дефектов, характер нагружения, стесненность при выполнении ремонтных работ.

Причинами необходимости проведения ремонтных работ по реконструкции могут быть повышенные нагрузки от технологического оборудования, износ материалов конструкций, неправильная эксплуатация, дефекты монтажа и изготовления, неравномерная осадка фундаментов здания или сооружения, повлекшая за собой деформации конструкций.

Железобетон уже долгие годы остается лидером в сфере строительства. Применение как монолитных конструкций, так и сборных элементов весьма упрощает процесс проектирования и строительства зданий и сооружений различного назначения [1].

Достоинствами железобетонных строительных конструкций являются: высокая пространственная жесткость, долговечность, прочность, удобство монтажа, экономичность.

К сожалению, железобетонные строительные конструкции не лишены недостатков, а именно: хрупкость защитного слоя бетона, возможность образования трещин и чрезмерных прогибов в элементах. Наличие любого из указанных дефектов взывает необходимость проведения ремонтных работ по усилению строительных конструкций.

В данной статье мы подробно рассмотрим три основных метода усиления железобетонных сборных многопустотных плит перекрытия. Плиты перекрытия – одни из самых напрягаемых строительных конструкций в зданиях и сооружениях. Усилению данного типа конструкций необходимо уделять особое внимание.

Усиление железобетонных многопустотных плит перекрытия методом наращивания сечений. Представленный метод усиления позволяет в несколько раз увеличить показатели несущей способности железобетонных плит перекрытий. Эффективность данного метода доказана опытом, накопленным годами. Рассматриваемый метод является наиболее распространенным среди всех методов усиления железобетонных перекрытий [2].

Технология данного метода усиления заключается в устройстве дополнительной рабочей арматуры и бетонного слоя поверх существующего железобетонного перекрытия. Дополнительный слой железобетона существенно повышает несущую способность и долговечность многопустотных плит. Описываемый метод усиления показан на рисунке 1.

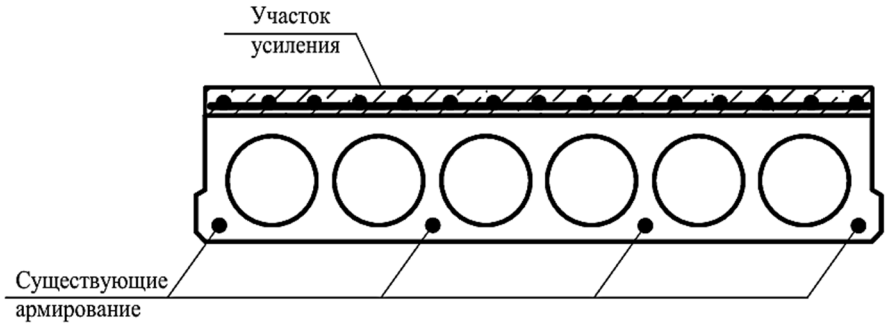


Рисунок 1 – Усиление многопустотной железобетонной плиты увеличением сечения

Представленный метод является одним из наименее трудозатратных и экономически выгодных для строителей. Низкая себестоимость материалов и легкость монтажа позволяют применять данный метод в большинстве случаев, когда необходимо проведение ремонтных работ железобетонных перекрытий зданий и сооружений.

Однако данный метод имеет некоторые недостатки, а именно увеличение сечения конструкции негативно сказывается на высоте и пространственном объеме ремонтируемых помещений, также стоит отметить большой вес дополнительного железобетонного покрытия, который негативно влияет на суммарную нагрузку, воздействующую на нижележащие конструкции зданий и сооружений.

Применение данного метода требует дополнительных расчетов строительных конструкций нижележащих этажей. Нередко при применении данного метода возникает необходимость усиления колонн, балок и фундаментов ремонтируемого объекта капитального строительства [3].

Усиление железобетонных многопустотных плит перекрытия методом дополнительного армирования. Рассматриваемый метод усиления не является новым, однако он весьма распространен. Строительные конструкции, усиленные данным методом, имеют множество положительных характеристик, таких как долговечность, пространственную жесткость и повышенную несущую способность.

Суть данного метода заключается в устройстве внутри пустот сборной железобетонной плиты перекрытия каркасов из арматурных стержней и последующего бетонирования пустот. Предварительно для устройства каркасов необходимо произвести демонтаж участков бетона на плите перекрытия и вскрытия пустот. Устройство дополнительных арматурных каркасов показано на рисунке 2.

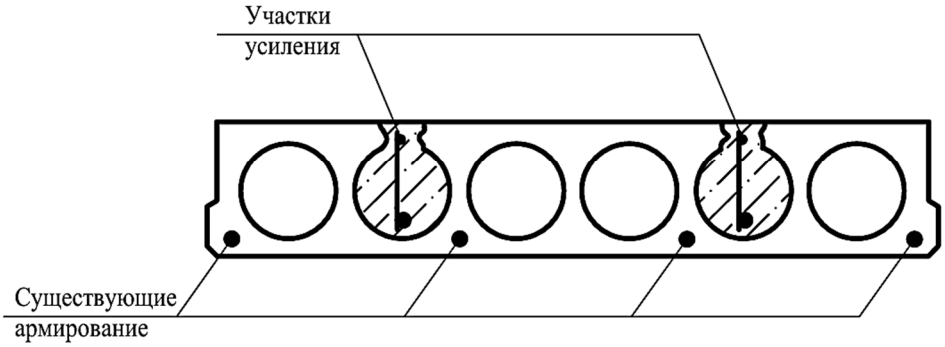


Рисунок 2 – Усиление многопустотной железобетонной плиты дополнительным армированием

Применение данного метода позволяет существенно повысить несущую способность железобетонного перекрытия, при этом отсутствует необходимость увеличения сечений конструкции, что положительно влияет на полезное пространство и высоту потолков в помещениях. Также стоит отметить относительно небольшой вес конструкций усиления.

Основными недостатками данного метода являются высокая трудозатратность и необходимость проведения демонтажных работ участков бетона. Вибрации, появляющиеся из-за работы строительных инструментов, могут негативно влиять на железобетонные конструкции, которые нуждаются в усилении, из-за этого появляется вероятность образования новых трещин и сколов на поверхности усиливаемых конструкций.

Метод усиления плит перекрытия композитными материалами. В последние годы применение композитных материалов стало весьма распространенным явлением при проведении ремонтных работ и реконструкции зданий и сооружений. Простота исполнения и проектирования, а также низкие трудозатраты позволяют проводить усиление почти любых строительных конструкций.

Наиболее распространенными композитными материалами, применяемыми при усилении железобетонных перекрытий, являются холсты из углеродных волокон. Сетки, выполненные из полос данного материала, позволяют повысить несущую способность строительных конструкций более, чем в 2 раза. Также положительной особенностью данного метода усиления является максимально низкий вес материалов, применяемых для усиления. Этот фактор позволяет почти исключить появление дополнительных нагрузок на нижележащие строительные конструкции.

Данный метод усиления также называют методом внешнего армирования. Суть данного метода заключается в наклейке лент из углеродного волокна на железобетонные плиты перекрытий в местах максимальных напряжений, что позволяет снизить показатели прогибов конструкций и увеличить их несущую способность. Ленты из углеродного волокна наклеивают на клей, имеющий в свой основе эпоксидные смолы. Описанный метод усиления показан на рисунке 3.

Как и у любого другого метода усиления, применение лент и сеток из углеродных волокон не лишено недостатков. Применение данного метода усиления возможно только на ровных, чистых и огрунтованных поверхностях строительных конструкций. При наличии дефектов защитного слоя бетона ремонтируемых конструкций необходимо предварительно провести ремонтные работы по их устранению. Ленты из углерод-

ного волокна наклеивают на клей, имеющий в свой основе эпоксидные смолы. Также стоит отметить высокую цену на материалы, применяемые в данном методе.

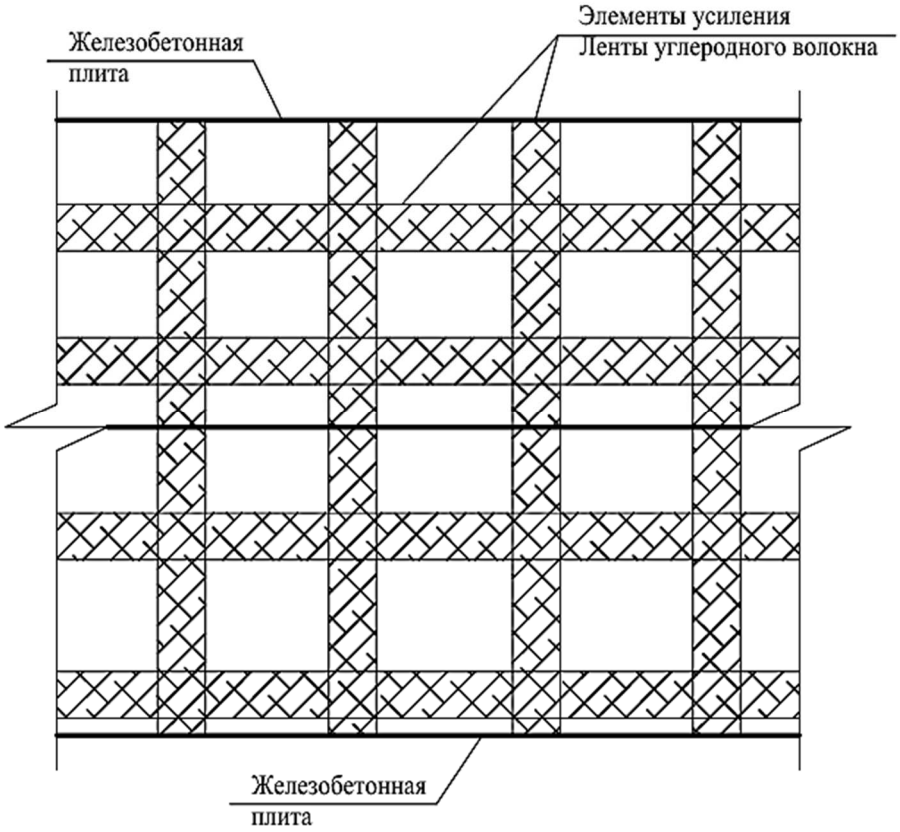


Рисунок 3 – Усиление железобетонных плит лентами углеродного волокна

Подводя итог анализу методов усиления многопустотных плит перекрытия, можно сделать вывод, что каждый из вышеуказанных методов является эффективным при устранении дефектов строительных конструкций. Применение каждого из рассматриваемых методов определяется проектом ремонтных работ или реконструкции исходя из представленных условий строительства, эксплуатации и иных факторов.

Литература

1. Емельянчик А.А. О некоторых современных технологиях усиления строительных конструкций // РГОТУПС. Наука и техника транспорта. – 2006. – № 4. – С. 73–75.
2. Юсупов А.К. Влияние пролета на работу большепролетных конструкций / А.К. Юсупов, Х.М. Муселемов, А.В. Гаппаров // Вестник ДГТУ. Технические науки. – 2022. – № 49. – 184 с.
3. Жердеева С.А. Анализ напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций при сложном напряженном состоянии / С.А. Жердеева, Е.В. Фигурина // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири. – 2009. – № 2. – С. 188–192.

References

1. Emelyanchik A.A. On Some Modern Technologies for Strengthening Construction Structures // RGOTUPS. Science and Technology of Transport. - 2006. - №4. – P. 73–75.
2. Yusupov A.K. Influence of the span on the work of large-span structures / A.K. Yusupov, Kh.M. Muselemov, A.V. Gapparov // Vestnik DSTU. Technical Sciences. – 2022. – № 49. – 184 p.
3. Zherdeeva S.A. Analysis of the stress-strain state of reinforced concrete structures under a complex stress state / S.A. Zherdeeva, E.V. Figurina // Proceedings of the Bratsk State University. Series: Natural and Engineering Sciences – Development of Regions of Siberia. – 2009. – № 2. – P. 188–192.

УДК 691.327

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОГЛИН, АКТИВИРОВАННЫХ КАВИТАЦИЕЙ, В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОНА: ЭКОНОМИЧЕСКИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ

♦♦♦♦♦

THE USE OF CAVITATION-ACTIVATED NANOCLAYS IN CONCRETE PRODUCTION: ECONOMIC AND TECHNOLOGICAL POTENTIAL

Удодов Сергей Алексеевич
кандидат технических наук,
доцент кафедры архитектуры гражданских
и промышленных зданий им. А.В. Титова,
Кубанский государственный технологический университет
udodov-tec@mail.ru

Чилингарян Ваган Эдмонович
аспирант кафедры архитектуры гражданских
и промышленных зданий имени А.В. Титова,
Кубанский государственный технологический университет
vagan.chilingaryan@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрена технология оптимизации производства бетона путём совместного применения наноглин и кавитационной активации. Показано, как кавитация влияет на свойства смеси за счет равномерного распределения наноглин и устранения агрегации. А это в свою очередь демонстрирует, как комплексное воздействие влияет на технико-экономические показатели.

Ключевые слова: бетон, наноглины, монтмориллонит, каолинит, кавитация, ультразвуковая активация, гидратация, прочность, оптимизация производства.

Udodov Sergey Alekseevich
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department
of Architecture of Civil and Industrial
Buildings named After A.V. Titov,
Kuban State Technological University
udodov-tec@mail.ru

Chilingaryan Vagan Edmonovich
Postgraduate Student, Department
of Civil and Industrial Building Architecture
named After A.V. Titov,
Kuban State Technological University
vagan.chilingaryan@mail.ru

Annotation. The article examines the technology of optimizing concrete production through the combined use of nanoclays and cavitation activation. It demonstrates how cavitation affects the properties of the mixture by ensuring uniform distribution of nanoclays and eliminating aggregation. This, in turn, shows how the combined effect influences technical and economic indicators.

Keywords: concrete, nanoclays, montmorillonite, kaolinite, cavitation, ultrasonic activation, hydration, strength, production optimization.

Современные требования к строительным материалам диктуют необходимость поиска решений, сочетающих повышение эксплуатационных характеристик с экономической эффективностью. Одним из перспективных направлений является модификация бетонных смесей наноразмерными добавками, в частности наноглинами [2, 6]. Однако их равномерное распределение в матрице бетона затруднено из-за свойства слипания частиц между собой [4, 11].

Исчезновение агрегационных свойств отмечается в результате кавитационной активации – методу, позволяющему измельчать наночастицы до дисперсного состояния и активизировать физико-химические реакции в смесях [5, 7, 9].

Целью настоящего обзора является систематизация данных о совместном действии наноглин и кавитационной обработки, а также оценка их влияния на технико-экономические показатели бетонного производства (табл. 1).

Таблица 1 – Экономические показатели внедрения технологии [2, 4, 5–7, 9, 11]

Показатель	Традиционный метод	Наноглины+кавитация
Себестоимость 1м^3 (руб.)	5200	4700
Энергозатраты (кВт*ч/ м^3)	85	68
Время цикла твердения (сут.)	28	20
Окупаемость оборудования (лет)	–	2,5

Наноглины, (наиболее эффективны монтмориллонит и каолинит), характеризуются комплексом свойств, оказывающих существенное влияние на физико механические показатели бетона. Прежде всего, их отличает высокая удельная поверхность – достигающая 800 м²/г, – что обеспечивает интенсивную адсорбцию компонентов цементного теста. Кроме того, наличие катионной обменной способности позволяет регулировать состав ионов в жидкой фазе материала. Также важным аспектом является способность молекул воды проникать в структуру наноглин: при этом формируются гидратные оболочки, которые оказывают заметное влияние на реологические характеристики бетонной смеси [2, 6].

При введении наноглин в количестве 1–3 % от массы цемента достигается комплексное улучшение характеристик бетона. Наноглины заполняют поры и микротрещины, повышая плотность структурной основы. Одновременно они ускоряют гидратацию клинкерных минералов (C3S, C2S), оптимизируя процессы твердения. Кроме того, улучшается адгезия цементного камня к заполнителю, что повышает однородность и целостность получаемого продукта [2, 5, 8].

Так, введение 2 % монтмориллонита увеличивает прочность на сжатие на 18–23 % через 28 суток твердения [2, 5].

Однако, без дополнительной активации наноглины склонны слипаться между собой, что приводит неравномерному распределению этих частиц в связующей основе бетона, формированию зон с пониженными физико-механическими показателями [4, 11].

Активация наноглин осуществляется с помощью кавитации – процесса процесс образования и схлопывания пузырьков в жидкости под действием ультразвукового излучения (частота 20–40 кГц) [7, 10] или гидродинамических воздействий (сопла Вентури, роторные диспергаторы) [13, 15].

При кавитационной обработке происходит равномерное распределение наноглин в смеси, разделение слипшихся наночастиц [3, 7, 14].

Оптимальное соотношение основных параметров воздействия (частота, время обработки) дает большую эффективность. Так, ультразвуковая обработка (25 кГц, 30 мин) снижает средний размер агрегатов с 500 нм до 80–100 нм [7, 14].

Совместное применение наноглин и кавитации позволяет существенно оптимизировать производство бетона. Кавитационная обработка обеспечивает равномерное распределение наноглин в вяжущей фазе, благодаря чему ускоряется гидратация (на 20-30 %), повышается ранняя прочность материала (на 20–30 % через сутки) и снижается водопотребность смеси (на 5–10 %). Кроме того, равномерное распределение напряжений минимизирует усадочные трещины, а экономия цемента достигает 10–15 % без ущерба для прочности. Улучшенная текучесть смеси сокращает энергозатраты на перемешивание (на 15–20 %) и время обработки в формах или автоклавах (на 20–25 %). В результате удаётся ускорить производственный цикл и снизить себестоимость продукции [2–12].

Так, комбинация наноглин (2 %) и ультразвуковой активации (15 мин) сокращает цикл твердения с 28 до 20 суток при достижении марочной прочности (табл. 2), [3, 7].

Таблица 2 – Сравнительные характеристики бетонов с наноглинами (2% от массы цемента).

Показатель	Без кавитации	С кавитацией
Прочность на сжатие (28 сут), МПа	42±2	52±2
Водопотребность, %	–5	-10
Время гидратации до начала схватывания, мин	180±10	120±10
Экономия цемента, %	5-7	10-15
Усадка (28 сут), мм/м	0,8±0,1	0,5±0,1

***Источники**:* [2, 5, 9] – прочность и реологические свойства; [3, 7] – гидратация; [4, 12] – экономика.

Выводы

Применение наноглин, активированных кавитацией, позволяет оптимизировать производство бетона. Благодаря этой технологии удаётся сократить время гидратации и твердения материала на 20–30 % [3, 7]. Одновременно заметен рост прочностных характеристик бетона на 15–25 % [2, 5]. Также важным технологическим преимуществом является снижение расхода цемента на 10–15 % [4, 9], без ухудшения эксплуатационных свойств материала. Это обеспечивает экономический эффект благодаря уменьшению энергозатрат [8, 12], сокращению производственного цикла и экономии вяжущего материала [4, 9], делая технологию технически и экономически выгодной.

Литература

1. Иванов А.В. Наноглины в строительных композитах: механизмы упрочнения / А.В. Иванов, П.Л. Смирнов // Строительные материалы. – 2022. – № 5. – С. 12–18.
2. Петров С.Н. Ультразвуковая активация нанодисперсных добавок: оборудование и параметры // Вестник МГСУ. – 2023. – № 3. – С. 45–52.
3 Сидоров Р.К. Влияние кавитации на реологию бетонных смесей с наноглинами / Р.К. Сидоров, А.В. Козлов, М.И. Фёдоров // Технологии бетонов. – 2021. – № 7. – С. 22–28.
4. Патент RU 2789012 C1. Способ производства бетона с наноглинистыми добавками / Васильев И.И., Громов А.П., 2022.
5. Smith J. Nanoclays in cementitious materials: a review / J. Smith, H. Lee, S. Kim // Cement and Concrete Research. – 2020. – Vol. 135. – P. 106–115. DOI: 10.1016/j.cemconres.2020.106115
6. Zhang L. Cavitation assisted dispersion of nanomaterials in concrete: mechanisms and applications / L. Zhang, H. Wang // Construction and Building Materials. – 2021. – Vol. 280. – P. 122–345. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2021.122345
7. Морозов Н.В. Ультразвуковая активация минеральных дисперсий в технологии бетона / Н.В. Морозов, Р.С. Богданов // Бетон и железобетон. – 2020. – № 4. – С. 34–40.
8. ГОСТ 31384 2017. Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования. – М. : Стандартинформ, 2018.
9. Kumar A. Economic analysis of nanoclay modified concrete: cost benefit assessment / A. Kumar, R. Sharma, V. Gupta // Journal of Constructional Steel Research. – 2022. – Vol. 192. – P. 107–234. DOI: 10.1016/j.jcsr.2022.107234
10. Фёдоров А.Ю. Оборудование для кавитационной обработки строительных смесей: обзор современных решений / А.Ю. Фёдоров, В.Н. Соловьёва // Строительные и дорожные машины. – 2021. – № 11. – С. 48–54.
11. Lee S. Effect of nanoclay intercalation on hydration kinetics and microstructure of cement paste / S. Lee, J. Park, Y. Choi // Materials and Structures. – 2019. – Vol. 52. – 112 p. DOI: 10.161/s11573-8867-0112-z
12. Иванов Д.С. Энергоэффективность технологий модификации бетона нанодобавками / Д.С. Иванов, Т.А. Кузнецова // Промышленное и гражданское строительство. – 2022. – № 6. – С. 56–62.
13. ГОСТ Р 7.0.100 2018. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – М. : Стандартинформ, 2018.
14. Wang Y. Dispersion mechanism of nanoclays in cement matrix under ultrasonic treatment / Y. Wang, X. Li, Q. Zhang // Ultrasonics Sonochemistry. – 2021. – Vol. 78. – P. 105–712. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2021.105712
15. Борисов А.А. Перспективы промышленного внедрения кавитационных технологий в производстве строительных материалов / А.А. Борисов, В.Г. Петров, И.Ю. Степанова // Строительные материалы. – 2023. – № 2. – С. 68–74.

References

1. Ivanov A.V. Nanoclays in construction composites: strengthening mechanisms / A.V. Ivanov, P.L. Smirnov // Construction Materials. – 2022. – № 5. – P. 12–18.
2. Petrov S.N. Ultrasonic activation of nanodispersed additives: equipment and parameters // Vestnik MGSU. – 2023. – № 3. – P. 45–52.
3. Sidorov R.K. Influence of cavitation on the rheology of concrete mixtures with nanoclays / R.K. Sidorov, A.V. Kozlov, M.I. Fedorov // Concrete Technologies. – 2021. – № 7. – P. 22–28.
4. Patent RU 2789012 C1. Method for producing concrete with nanoclay additives / I.I. Vasiliev, A.P. Gromov, 2022.

5. Smith J. Nanoclays in cementitious materials: a review / J. Smith, H. Lee, S. Kim // Cement and Concrete Research. – 2020. – Vol. 135. – P. 106–115. DOI: 10.1016/j.cemconres.2020.106115
6. Zhang L. Cavitation assisted dispersion of nanomaterials in concrete: mechanisms and applications / L. Zhang, H. Wang // Construction and Building Materials. – 2021. – Vol. 280. – P. 122–345. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2021.122345
7. Morozov N.V. Ultrasonic activation of mineral dispersions in concrete technology / N.V. Morozov, R.S. Bogdanov // Concrete and Reinforced Concrete. – 2020. – № 4. – P. 34–40.
8. GOST 31384 2017. Protection of concrete and reinforced concrete structures from corrosion. General technical requirements. – M. : Standartinform, 2018.
9. Kumar A. Economic analysis of nanoclay modified concrete: cost benefit assessment / A. Kumar, R. Sharma, V. Gupta // Journal of Constructional Steel Research. – 2022. – Vol. 192. – P. 107–234. DOI: 10.1016/j.jcsr.2022.107234
10. Fedorov A.Yu. Equipment for cavitation treatment of construction mixtures: review of modern solutions / A.Yu. Fedorov, V.N. Solovyova // Construction and Road Machinery. – 2021. – № 11. – P. 48–54.
11. Lee S. Effect of nanoclay intercalation on hydration kinetics and microstructure of cement paste / S. Lee, J. Park, Y. Choi // Materials and Structures. – 2019. – Vol. 52. – 112 p. DOI: 10.161/s11573-8867-0112-z
12. Ivanov D.S. Energy efficiency of concrete modification technologies with nanoadditives / D.S. Ivanov, T.A. Kuznetsova // Industrial and Civil Engineering. – 2022. – № 6. – P. 56–62.
13. GOST R 7.0.100 2018. System of standards for information, library and publishing. Bibliographic record. Bibliographic description. General requirements and composition rules. – M. : Standartinform, 2018.
14. Wang Y. Dispersion mechanism of nanoclays in cement matrix under ultrasonic treatment / Y. Wang, X. Li, Q. Zhang // Ultrasonics Sonochemistry. – 2021. – Vol. 78. – P. 105–712. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2021.105712
15. Borisov A.A. Prospects for industrial implementation of cavitation technologies in the production of building materials / A.A. Borisov, V.G. Petrov, I.Yu. Stepanova // Construction Materials. – 2023. – № 2. – P. 68–74.

УДК 69-07

ТЕХНОЛОГИЯ SIFCON В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
♦♦♦♦♦
SIFCON TECHNOLOGY IN MODERN CONSTRUCTION

Хорошев Алексей Алексеевич
кандидат технических наук,
доцент,
Кубанский государственный технологический университет
russ61@bk.ru

Бердник Анна Алексеевна
студент,
Кубанский государственный технологический университет
ann22852@mail.ru

Аннотация. В статье представлен всесторонний обзор высокопрочного фибробетона SIFCON (Slurry Infiltrated Fibre Concrete). Рассмотрены основные компоненты системы, включая типы фибры и рецептуру высоко текучей матрицы с применением микрокремнезема и суперпластификаторов. Особое внимание уделено балансу преимуществ (выдающаяся работа при динамических и сейсмических нагрузках) и недостатков (высокая стоимость и трудоемкость).

Ключевые слова: SIFCON, стальные волокна, цементная матрица, высокопрочный бетон, усиление конструкции.

Khoroshev Aleksey Alekseevich
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,
Kuban State Technological University
russ61@bk.ru

Berdnik Anna Alekseevna
Student,
Kuban State Technological University
ann22852@mail.ru

Annotation. This article presents a comprehensive overview of high-strength fiber-reinforced concrete (SIFCON) (Slurry Infiltrated Fiber Concrete). The main components of the system are discussed, including fiber types and the formulation of a highly fluid matrix using microsilica and superplasticizers. Particular attention is paid to balancing the advantages (outstanding performance under dynamic and seismic loads) and disadvantages (high cost and labor intensity).

Keywords: SIFCON, steel fibers, cement matrix, high-strength concrete, structural reinforcement.

Развитие современного строительства требует создания материалов, которые будут способны воплотить в жизнь все задумки архитекторов. Для этого новые материалы должны обладать высокой прочностью и пластичностью, выдерживать ударные нагрузки и сопротивляться образованию трещин. Даже традиционный фибробетон с содержанием волокон 1–2 % не всегда отвечает необходимым требованиям [1].

Материал SIFCON является уникальным композитным конструкционным материалаом. Главным его отличием от обычного фибробетона является укладка стальных волокон в форму с последующей пропиткой высоко текучими цементным раствором. Это позволяет достичь более высоких (в 3–5 раз) показателей прочности, гибкости и энергопоглащения, что делает материал подходящим для самых ответственных узлов конструкции. Количество фибры в SIFCON составляет от 5 до 30 % от объема что в 5–10 раз больше, чем в обычном фибробетоне [1, 2].

Стоит для начала разобраться с составом SIFCON. В первую очередь его уникальность достигалась благодаря правильно подобранной комбинации двух основных компонентов: фибрового каркаса и цементной матрицы.

В материале могут использоваться различные типы стальных волокон: прямые, с загнутыми концами, гофрированные, а также витые отходы токарных производств (стружка). Важно отметить, что форма волокна напрямую влияет на сцепление с матрицей. Лучшие показатели имеют волокна крючковатой формы. Также важна длина волокон: исследования показали, что её увеличение повышает прочность. Объёмное содержание волокон варьируется, но на практике чаще всего встречается 5–12 %

В составе SIFCON нет крупного заполнителя, поэтому цементная матрица представляет собой высоко текучий цементно-песчаный материал. Соотношение цемента и песка обычно составляет от 1:1 до 1:2. Чтобы обеспечить проникновение раствора в густую сетку волокон, используются следующие технических решений:

– применяют очень мелкий кварцевый песок (молотый кварц, фракция менее 1 мм) для лучшей проникающей способности;

– в состав вводятся модификаторы в виде микрокремнезёма, зола-унос или метакаолин (до 15–30 % от массы цемента), которые уплотняют структуру и повышают прочность контактной зоны «волокно-матрица»;

– добавляют суперпластификаторы в количестве от 1 до 5 % от массы цемента для достижения низкого водоцементного отношения и сохранения текучести [1, 2].

Главное отличие от классического фибробетона заключается в методе производства. В обычном фибробетоне волокна перемешиваются с бетонной смесью и заливаются в форму, в случае с SIFCON – более сложный процесс.

В опалубку насыпают слой стальных волокон, которые располагаются случайным образом, образуя плотную трехмерную сетку. После чего в форму под действием гравитации или с помощью небольшого вибрирования заливается слой высоко текучей цементной суспензии, закрывающий слой волокон. Суспензия проникает в пустоты заполняя их.

Таким образом, послойно заполняется весь объем опалубки.

Образцы выдерживают в опалубке 24 часа, затем извлекаются и проходят стандартный 28-дневной цикл твердения (рис. 1).

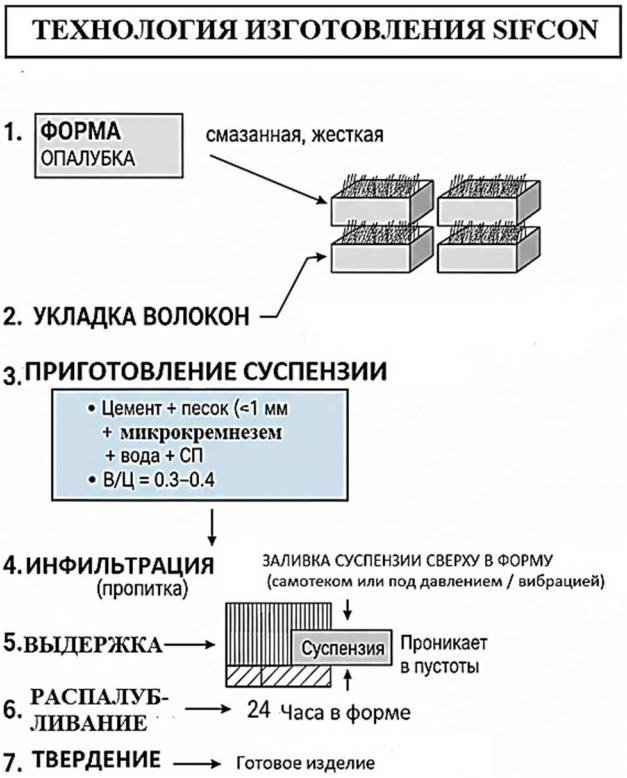


Рисунок 1 – Технология изготовления SIFCON

Область применения SIFCON обусловлена его уникальными свойствами:

– материал применяется в узлах сопряжения монолитных колонн и плит перекрытий для повышения прочности на продавливание [4];

– благодаря высокой ударной вязкости используется в конструкциях, подверженным взрывным и динамическим нагрузкам;

– высокая стойкость к истиранию и ударным нагрузкам делает его идеальным для устройства полов в промышленных сооружениях, где особо тяжелый режим эксплуатации;

– используется как отдельная вставка для усиления существующих железобетонных балок и колонн [5];

– благодаря антифрикционным свойствам применяется в деформационных швах железобетонных конструкций.

Важно отметить положительные и отрицательные стороны применения, они представлены в таблице 1.

Таблица 1 – плюсы и минусы использования SIFCON

Критерий	Плюсы (+)	Минусы (–)
Прочность	Более высокая на изгиб, срез, растяжение, чем у обычного бетона.	–
Работа при ЧС	Гасит энергию взрывов, землетрясений, ударов	–
Трещины	Практически исключает сквозное трещинообразование	–
Стоимость	–	Очень высокая (сталь + добавки)
Технология	–	Трудоемкая, требует более высокой квалификации персонала
Применение	Идеален для ремонта и усиления узлов	Сложен для массового применения в монолитном домостроении
Вес	–	Тяжелее обычного бетона

Несмотря на все плюсы в России SIFCON все еще находится на стадии активного изучения в лабораториях. За рубежом он уже давно применяется на практике, США как страна, которая показала миру данную разработку, является лидером по применению SIFCON. Благодаря высоким вложениям в инфраструктуру и высокие требования по безопасности, американские инженеры чаще других применяют высотехнологичный бетон [4, 5].

SIFCON – это не просто бетон, а высокотехнологичный композит, представляющий собой новую ступень эволюции строительных материалов. Его главная особенность – способность совмещать прочность камня с пластичностью металла. Несмотря на высокую стоимость и сложность изготовления, применение SIFCON в ответственных узлах зданий и сооружений является экономически оправданным, так как позволяет решать задачи, непосильные для традиционных материалов, и существенно повышает надежность и долговечность конструкций.

Литература

1. Gurav A.K. The Strengths of SIFCON / A.K. Gurav, K.B. Prakash // Construction World. – 2010.
2. Shakhair Y.S. Investigating the effect of varying steel fibre ratios on the compressive and tensile characteristics of SIFCON / Y.S. Shakhair, M.J. Kadhim // International Journal of Masonry Research and Innovation. – 2026. – Vol. 11. – № 1. – P. 20–34
3. Альзурфи М.К.А. Механические свойства фибробетона, пропитанного суспензией / М.К.А. Альзурфи, А.Н. Леонова, А.А. Хорошев // Инженерный вестник Дона. – 2025. – № 2(122). – С. 527–535. EDN XVSSVK
4. Dogan E. Suggested Design Guidelines for Seismic Retrofit with SIMCON and SIFCON / E. Dogan, H. Hill, N. Krstulovic-Opara // ACI Symposium Paper. – 2000. – Vol. 185. – P. 207–248. DOI: 10.14359/5717
5. Slurry infiltrated fiber concrete (SIFCON) for use in ballistic and fire protection of military structures / J.D. Ríos [et al.] // Structures. 2023. Vol. 57. Art. 105282. DOI: 10.1016/j.istruc.2023. 105282

References

1. Gurav A.K. The Strengths of SIFCON / A.K. Gurav, K.B. Prakash // Construction World. – 2010.
2. Shakhair Y.S. Investigating the effect of varying steel fibre ratios on the compressive and tensile characteristics of SIFCON / Y.S. Shakhair, M.J. Kadhim // International Journal of Masonry Research and Innovation. – 2026. – Vol. 11. – № 1. – P. 20–34
3. Alzurfi, M.K.A. Mechanical properties of fiber-reinforced concrete impregnated with suspension / M.K.A. Alzurfi, A.N. Leonova, A.A. Khoroshev // Engineering Bulletin of the Don. – 2025. – № 2 (122). – P. 527–535. EDN XVSSVK
4. Dogan E. Suggested Design Guidelines for Seismic Retrofit with SIMCON and SIFCON / E. Dogan, H. Hill, N. Krstulovic-Opara // ACI Symposium Paper. – 2000. – Vol. 185. – P. 207–248. DOI: 10.14359/5717
5. Slurry infiltrated fiber concrete (SIFCON) for use in ballistic and fire protection of military structures / J.D. Ríos [et al.] // Structures. 2023. Vol. 57. Art. 105282. DOI: 10.1016/j.istruc.2023. 105282

УДК 69.07

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ УСИЛЕНИЯ КИРПИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ОБОЙМАМИ И КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

♦♦♦♦♦

COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS OF REINFORCING BRICK STRUCTURES WITH METAL CAGES AND COMPOSITE MATERIALS

Черкашина Анна Андреева
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
cherkashina.a23@mail.ru

Леонова Анна Николаевна
кандидат технических наук,
доцент,
Кубанский государственный технологический университет
lan_kubstu@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены методы усиления кирпичных строительных конструкций промышленных зданий и сооружений. Представлены два вида усиления: устройство стальных обойм и применение композитных материалов. В представленной статье проведен сравнительный анализ характеристик каждого из рассматриваемых методов. Представлены данные анализа положительных и отрицательных качеств рассматриваемых методов усиления. В заключении статьи сделан вывод о целесообразности и эффективности применения каждого из рассматриваемых в статье методов.

Ключевые слова: кирпич, строительные конструкции, усиление, распределение нагрузок, простенки, стены, строительство, ремонтные работы, композитные материалы, металлическая обойма.

Cherkashina Anna Andreeva
Student,
Kuban State Technological University
cherkashina.a23@mail.ru

Leonova Anna Nikolaevna
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State Technological University
lan_kubstu@mail.ru

Annotation. This article discusses methods of strengthening brick building structures of industrial buildings and structures. Two types of reinforcement are presented: the device of steel races and the use of composite materials. In the presented article, a comparative analysis of the characteristics of each of the methods under consideration is carried out. The data of the analysis of the positive and negative qualities of the considered methods of reinforcement are presented. In the conclusion of the article, a conclusion is made about the expediency and effectiveness of the use of each of the methods considered in the article.

Keywords: brick, building structures, reinforcement, load distribution, partitions, walls, construction, repair work, composite materials, metal cage.

Применение кирпича при строительстве зданий и сооружений было основным методом строительства в дореволюционный период. Данное проектное решение могло уступить лишь строительству зданий и сооружений из деревянных элементов.

В настоящее время строительство зданий и сооружений все чаще производится из монолитного и сборного железобетона. Строительство кирпичных строений производится в основном в частном домостроении или небольших общественных и коммерческих объектах. Проектное решение по применению кирпича как элемента для возведения стен, простенков и колонн при строительстве высотных и многоэтажных зданий и сооружений почти не встречается [1].

Основная доля объектов капитального строительства, выполненных из кирпича, является довольно старой, большое количество построек относится к XX веку.

На юге России – в Краснодарском крае – старинные кирпичные здания и сооружения, выполненные из кирпича, зачастую нуждаются в реконструкции [2]. Причиной необходимости проведения ремонтных работ несколько:

- Относительно высокая сейсмическая активность в рассматриваемом регионе [3];
- Наличие на большей части юга России просадочных грунтов, что непосредственно влияет на просадку фундаментов старинных зданий и сооружений, которые в свою очередь влияют на появление трещин на кирпичных стенах;

● Физический износ строительных материалов и изделий, применяемых при строительстве зданий и сооружений, относящихся к постройкам прошлого века;

Все вышеперечисленные факторы в определенной степени влияют на появление дефектов и деформаций строительных конструкций.

В данной статье рассматриваются два метода усиления строительных кирпичных конструкций старинных зданий и сооружений.

Метод усиления кирпичных конструкций стальными обоймами. В отечественной практике метод усиления несущих кирпичных конструкций стальными элементами, объединенными в каркас, является наиболее распространенным при проведении ремонтных работ, направленных на восстановление несущей способности и усиления конструкций.

Устройство металлической обоймы является относительно трудозатратным, однако эффективность применяемого метода велика. Данный метод также увеличивает остаточный срок службы строительных конструкций, что позволяет дольше эксплуатировать здания и сооружения, внутри которых находятся данные конструкции.

Сконструированная и смонтированная металлическая обойма способна разгружать кирпичные конструкции, воспринимая суммарные нагрузки от вышележащих конструкций, что позволяет снять часть нагрузки с усиливаемых несущих конструкций. При применении стальной обоймы, воспринимающей нагрузки, можно устранить почти всю суммарную нагрузку на кирпичную конструкцию.

Традиционный метод усиления кирпичных несущих конструкций стальными обоймами требует долгой подготовки перед его применением. Данный метод можно разделить на несколько этапов.

Первоначально для проведения работ по усилению строительных конструкций данным методом необходимо произвести расчеты несущей способности усиливаемых конструкций, а также стального каркаса и его элементов, осуществить подбор сечений для металлической обоймы, которые будут соответствовать собранным расчетным нагрузкам, воздействующим на кирпичную конструкцию.

Следующим этапом усиления кирпичных несущих конструкций является непосредственная сборка и монтаж каркасов из стальных элементов. Монтажные и сборочные работы по устройству стальной обоймы проводятся непосредственно на строительной площадке.

Перед проведением работ по усилению несущих кирпичных конструкций зачастую необходимо применение дополнительных элементов, которые будут усиливать соседние конструкции, что увеличивает трудоемкость ремонтных работ. Данные меры применяются при наличии вероятности появления трещин и иных дефектов во время ремонтных работ, а также для временного перераспределения суммарной нагрузки на конструкции во время ремонта.

Наиболее существенным недостатком представленного метода является негативное влияние металлического каркаса на внешний вид зданий и сооружений, ценностью которых являются их история и архитектура. В большинстве случаев к проведению работ по реконструкции старинных зданий и сооружений выдвигается требование о полном сохранении внешнего облика конструкций.

Метод усиления кирпичных конструкций композитными материалами. Рассматриваемый метод усиления является относительно новым, применение композитных материалов позволяет реализовать принципы устройства систем внешнего армирования и не влияет на внешний вид конструкций старинных зданий и сооружений.

Благодаря научным исследованиям было разработано множество видов композитных материалов: углеволокно, стекловолокно, базальтоволокно, арамидволокно и др. каждый из перечисленных материалов позволяет увеличить прочность кирпичной конструкции от 20 % до 70 %. Наиболее эффективным является применение сеток из композитных материалов.

Перед проведением работ по усилению строительных кирпичных конструкций необходимо провести расчет усиления. Данный расчет проводится по аналогии с расчетом косвенного армирования конструкций, исходя их принципа увеличения расчетно-

го сопротивления кирпичной кладки за счет добавления расчетного сопротивления материала усиления.

Технология усиления строительных конструкций композитными материалами относительно проста. В первую очередь необходимо провести очистку поверхности конструкции от пыли и грязи. На очищенную поверхность необходимо приклеить холсты или полотна композитного материала. Наклейку производят на эпоксидный клей или клей, основой которого является микроцемент. Также следует учесть необходимость наклейки холстов внахлест.

Достоинствами рассматриваемого метода усиления являются: высокий показатель прочности на разрыв армирующих компонентов, легкость монтажа, коррозионная стойкость, сейсмостойкость [3, 4]. Также данный метод усиления не портит внешний облик ремонтируемых старинных зданий и сооружений.

Представленный метод усиления является наименее трудозатратным, однако с экономической точки зрения затраты на проведение ремонтных работ с применением данного метода выше, чем при других методах.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод, что применение композитных материалов при проведении реконструкции старинных зданий и сооружений является наиболее эффективным ввиду своих характеристик. Положительными факторами данного метода являются: небольшая трудозатратность, высокие показатели увеличении несущей способности, простота монтажа, а также минимальные изменения внешнего облика зданий и сооружений [5].

Применение метода усиления металлическими обоймами также довольно эффективно, однако в сравнении с применением композитных материалов данный метод уступает по показателям увеличения несущей способности строительных конструкций и трудоемкости работ.

Каждый проектировщик и строитель должен самостоятельно выбирать необходимый для усиления строительных конструкций метод исходя из представленных данных о дефектах конструкций и иных факторах.

Литература

1. Емельянчик А.А. О некоторых современных технологиях усиления строительных конструкций // РГОТУПС., Наука и техника транспорта. – 2006. – № 4. – С. 73–75.
2. Пузанков Ю.И. Динамические характеристики строительных материалов при сейсмических воздействиях / Ю.И. Пузанков, А.А. Хорошев, А.Н. Леонова // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2020. – № 8. – С. 671–680.
3. Медведев С.В. Сейсмические воздействия на здания и сооружения / С.В. Медведев, Б.К. Карапетян, В.А. Быковский. – М., 1968.
4. Применение углеродных холстов и сеток для повышения сейсмостойкости кирпичных зданий при землетрясениях / А.В. Грановкий [и др.] // Вестник НИЦ «Строительство». – 2017. – № 3(14). – С. 21–42.
5. Гениев Г.А. Вопросы прочности и пластичности анизотропных материалов / Г.А. Гениев, А.С. Курбанов, Ф.А. Самедов. – М. : «Интербук», 1993.

References

1. Emelyanchik A.A. On Some Modern Technologies for Strengthening Construction Structures // RGOTUPS., Science and Technology of Transport. – 2006. – № 4. – P. 73–75.
2. Puzankov Yu.I. Dynamic characteristics of building materials under seismic impacts / Puzankov Yu.I., Khoroshev A.A., Leonova A.N. // Electronic network polythematic journal «Scientific Works of KubSTU». – 2020. – № 8. – P. 671–680.
3. Medvedev S.V. Seismic Effects on Buildings and Structures / S.V. Medvedev, B.K. Karapetyan, V.A. Bykovsky. – M., 1968.
4. Application of carbon canvases and grids to improve the seismic resistance of brick buildings during earthquakes / A.V. Granovsky [et al.] // Bulletin of the Research Center «Construction». – 2017. – № 3(14). – P. 21–42.
5. Geniev G.A. Issues of strength and plasticity of anisotropic materials / G.A. Geniev, A.S. Kurbanov, F.A. Samedov. – M. : «Interbuk», 1993.

УДК 664.8:338.43

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОПЕРАЦИЙ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА РИСА

♦♦♦♦♦

TECHNOLOGICAL CAPABILITIES OF CLOSED-LOOP RICE GRAIN PROCESSING OPERATIONS

Шаззо Аслан Юсуфович
доктор технических наук,
профессор,
заведующий кафедрой пищевой
инженерии и высоких технологий,
Кубанский государственный технологический университет

Бахмет Марина Петровна
кандидат юридических наук,
доцент кафедры пищевой
инженерии и высоких технологий,
Кубанский государственный технологический университет

Данилова Анастасия Николаевна
аспирантка,
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. Экономика замкнутого цикла переработки зерна риса позволяет организовать практически безотходную технологию и коэффициент использования вторичных ресурсов. Из общего количества поступающего на переработку зерна риса, почти 30 % приходится на отходы, позиционируемые сейчас как вторичные пищевые ресурсы. Выполнен обзор научно-технических и патентных источников по способам переработки вторичных рисовых ресурсов. Цель работы – проанализировать технологические возможности получения пищевых и технических продуктов из рисовой мучки, соломы и шелухи. В статье представлены примерные структурные схемы переработки зерна и шелухи риса. Сформирована таблица по способам переработки риса и вторичных ресурсов. Охарактеризовано современное состояние техники, технологии и экономики переработки зерна риса, основным положениям экономики замкнутого цикла.

Ключевые слова: зерно риса, рисовая солома, мучка, лузга, схемы переработки, операции замкнутого цикла.

Shazzo Aslan Yusufovich
Doctor of Engineering,
Professor,
Head of the Department
of Food Engineering
and High Technologies,
Kuban State Technological University

Bakhmet Marina Petrovna
Candidate of Engineering,
Associate Professor of the Department
of Food Engineering
and High Technologies,
Kuban State Technological University

Danilova Anastasia Nikolaevna
Graduate Student,
Kuban State Technological University

Annotation. A closed-loop rice grain processing economy enables a virtually waste-free technology and efficient utilization of secondary resources. Almost 30 % of the total amount of rice grain processed is waste, currently classified as secondary food resources. This paper reviews scientific, technical, and patent sources on methods for processing secondary rice resources. The objective of this study is to analyze the technological feasibility of producing food and industrial products from rice bran, straw, and husk. This article presents sample structural diagrams for processing rice bran and husk. A table of rice processing methods and secondary resources is provided. The current state of technology, technology, and economics of rice grain processing is described, along with the key principles of a closed-loop economy.

Keywords: rice grain, rice straw, bran, husk, processing schemes, closed-loop operations.

Рис и продукты его переработки считаются второй, после пшеницы, самой крупнотоннажной зерновой культурой в мире. Если принять во внимание, что ежегодно в России выращивают более 1 млн т риса, то почти 300 тыс. т приходится на отходы, точнее на вторичные ресурсы переработки зерна. В том числе около 100 тыс. т рисовой мучки и 160 тыс. т шелухи.

Представляет интерес проанализировать особенности технологии замкнутого цикла при переработке зерна риса. Прежде всего, авторы обращают внимание на безопасность и качество зерна риса и вторичных ресурсов его переработки [1, 3, 4]. Значительный цикл исследований связан с созданием электронной базы данных по безотходной переработке зерновых продуктов [2, 13, 14].

На кафедре Пищевой инженерии и высоких технологий КубГТУ успешно разрабатываются инновационные технологии безотходной переработки зерновых культур [3,

4, 7, 17]. К вторичным продуктам переработки зерна риса относятся аморфный диоксид кремния, ванилин, воск, ксилит, рисовое масло, рисовая мучка, фитин, фурфурол, этанол [5, 12, 17].

Важным направлением выполненных исследований является их правовая защита [6, 15, 16]. Ряд авторов утверждают, что оптимальные пути переработки агропищевого сырья можно спрогнозировать с помощью искусственного интеллекта [8–10]. Перспективным направлением комплексной переработки сырья считается сушка и измельчение до порошкообразного состояния [11, 14].

В основу обеспечения качества вторичных продуктов переработки зерна положен принцип контроля за микробиологическим состоянием объектов, отсутствие солей тяжелых металлов и пестицидов [18]. Опубликованные предложения по комплексному использованию зерна и продуктов его переработки вписываются в положения региональной экономики замкнутого цикла [19].

Выполненный обзор литературы позволил сформулировать цель исследования по анализу технологических возможностей получения пищевых и технических продуктов из рисовой мучки, соломы и лузги.

Для достижения поставленной цели решались задачи по конструированию структурной схемы комплексной переработки зерна риса и схемы переработки рисовой шелухи. Составлена таблица с перечнем технологических приемов переработки зерна риса и отходов.

В представленной на рисунке 1 схеме показан инновационный технологический прием – экстракция из рисовой мучки рисового масла, с использованием в качестве экстрагентов бинарной смеси сжиженного пропана и диоксида углерода. После извлечения масла остается стерильный белково-углеводный шрот, пригодный для использования в качестве натуральной пищевой добавки.



Рисунок 1 – Структурная схема переработки зерна риса

Как видно из данных рисунка 1, из зерна риса можно получать рисовую крупу, мучку, масло и белковый шрот.

После очистки риса-сырца, сушки и шелушения, получают до 60 % крупного, 15 % среднего и 15 % мелкого зерна.

При получении рисовой крупы достигается выход 60–65 %, отрубей и зародышей 10–15 %, лузги и ости 20–25 %.

В таблице приведены способы переработки зерна и рисовых отходов.

Таблица 1 – Способы переработки зерна риса и рисовых отходов

№	Компоненты переработки зерна	Виды действий	Конечный продукт	Способы использования
1	Зерно риса	Очистка зерна, сушка, шелушение, шлифовка, полировка	Пищевые продукты и вторичное сырье	Ценные пищевые и технические продукты
2	Поврежденные зерна	Предсахарификация с последующим одновременным осахариванием и ферментацией	Комбикорм Биотопливо Биоэтанол	Включение в состав комбикормов для животных, птиц и рыб. Использование биогаза и этилового спирта в технологических процессах
3	Рисовая крупа	Шелушение зерна, шлифование крупы, сепарирование, очистка	Крупа	Основной пищевой продукт
4	Рисовая лузга	Пиролиз при температуре 400–700 °С в атмосфере N_2	Биоуголь	Средство для очистки сточных вод, снижение содержания мышьяка и кадмия
5	Рисовая шелуха	Предварительная обработка органическ. кислотами при 600 °С	Катализаторы	Подложки для катализатора (при производстве диоксида кремния)
6	Рисовая солома	Пиролиз при температуре 400–700 °С в атмосфере N_2	Биоуголь	Сорбент. Средств для очистки почвы и сточных вод:
7	Рисовые отруби	Использование субкритической водно-метанольной смеси	Биотопливо	Жидкое биотопливо: биодизель
8	Рисовая солома	Каталитическое гидроожижение с использованием катализаторов Ni/SeO_2	Биотопливо	Жидкое биотопливо: биомасло
9	Рисовая солома	Каталитический пиролиз экстрагированной микрокристаллической целлюлозы	Ценные химические вещества	Ароматические углеводороды
10	Рисовые отруби	Сульфированная карбонизация при температуре 180–250 °С	Катализаторы	Гидролиз целлюлозы до глюкозы
11	Рисовые отруби	Сверхкритическая CO_2-экстракция	Воск	Защитное покрытие плодов

Из данных таблицы видно, что при переработке вторичных рисовых продуктов можно получать аморфный диоксид кремния, ванилин, воск, ксилит, рисовое масло, рисовая мучка, фитин, фурфурол, этанол.

В период переработки зерна риса в крупу выход конечного продукта может достигать 50–67 %, а оставшуюся часть составляют побочные продукты и отходы, представляющие собой идеальное сырье для получения биоугля, биотоплива, сахаров, органических кислот и ароматических углеводородов.

На рисунке 2 приведена структурная схема переработки рисовой шелухи.

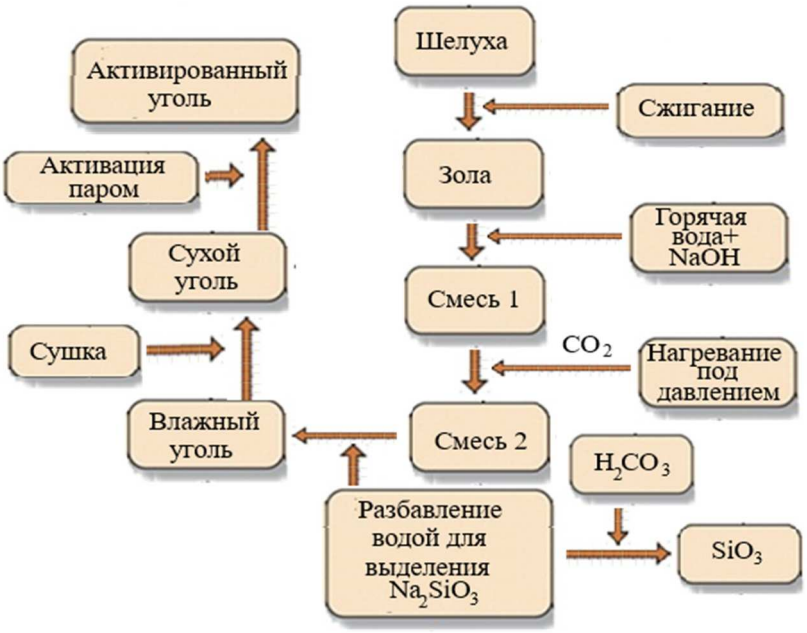


Рисунок 2 – Структурная схема переработки рисовой шелухи

Как видно из данных рисунка 2, при озолении рисовой шелухи (лузги) можно получать высококачественный сорбент и аморфный диоксид кремния.

Стратегия переработки вторичного рисового сырья основана на использовании физических методов обработки жидким азотом, ультразвуком, электромагнитным полем. Химические методы обработки рисовых отходов включают гидротермальные и каталитические процессы, ферментативный и кислотно-щелочной гидролиз. Однако следует учитывать, что физические методы требуют увеличению затрат на электроэнергию, а химические методы обработки сырья могут негативно воздействовать на окружающую среду и приводить к увеличению сточных вод. Для снижения затрат на переработку рисовых отходов необходимо использовать более мягкие режимы обработки и эффективные катализаторы с высокой активностью.

Последние разработки в инжиниринговом центре КубГТУ «Высокие технологии и продовольственная безопасность», позволяют предложить современные технические решения по безотходной переработке зерна риса, в соответствии с основными положениями региональной экономики замкнутого цикла.

Заключение. При выполнении обзора научно-технических и патентных источников по способам переработки вторичных рисовых ресурсов, установлено, что кроме шелушенного риса и рисовой крупы, из отходов можно получать ценные пищевые и технические продукты. Разработаны примерные структурные схемы переработки зерна и шелухи риса. Сформирована таблица по способам переработки риса и вторичных ресурсов. Проанализировано современное состояние техники, технологии и экономики основным положениям экономики замкнутого цикла.

Литература

1. Айрумян В.Ю. Химический состав продуктов переработки зерна риса и кукурузы для повышения пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий / В.Ю. Айрумян, Н.В. Сокол, Е.А. Ольховатов // Ползуновский вестник. – 2020. – № 3. – С. 3–10. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020/03/001
2. База данных национальных моделей реализации экономики замкнутого цикла / Е.А. Яковлева, М.В. Терешина, Э.С. Торосян, Т.В. Васкевич. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2025624273. Заявка № 2025623852 от 18.09.2025, опубл. 07.10.2025.

3. Бахмет М.П. Способы обеспечения безопасности и сохранения пищевой ценности продуктов питания / М.П. Бахмет, П.Р. Тагирова, А.Н. Данилова // Актуальные и инновационные технологии переработки агропищевого сырья и водных биологических ресурсов: Сборник материалов Материалы Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2023. – С. 219–222.
4. Бахмет М.П. Варианты сохранения качества и безопасности зернового сырья / М.П. Бахмет, Н.А. Шмалько, А.Я. Альдарвиш // В сборнике: Инновации в индустрии питания и сервисе. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию кафедры общественного питания и сервиса и в рамках Десятилетия науки и технологий. – Краснодар, 2025. – С. 204–205.
5. Бельдиева Н.А. Технология производства косметических ингредиентов с использованием вторичных продуктов переработки риса / Н.А. Бельдиева, В.Е. Тарасов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 1. – 7 с. DOI: 10.23670/IRJ.2024.141.23
6. Захаренко Д.С. Особенности правовой охраны производных произведений / Д.С. Захаренко, Э.С. Торосян // Юрист. – 2022. – № 12. – С. 36–42.
7. Исследование влияния качества риса на эффективность его переработки / В.А. Зиятдинова [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1. – 7 с.
8. Золотокопов А.В. Системный подход к использованию функций управления искусственным интеллектом в пищевой промышленности / А.В. Золотокопов, С.В. Золотокопова, Э.С. Торосян // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 2. – С. 72–78.
9. Золотокопов А.В. Конструирование состава пищевых продуктов с помощью инструментов оценки рациона, основанных на искусственном интеллекте / А.В. Золотокопов, Э.С. Торосян // В сборнике: Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века Сборник материалов IX Международной научно-практической конференции, посвященной Десятилетию науки и технологий. – Краснодар, 2025. – С. 420–424.
10. Золотокопов А.В. Проектирование качества многокомпонентных пищевых систем на основе безотходной технологии переработки рыбного сырья / А.В. Золотокопов, М.Е. Цибизова, Г.И. Касьянов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 4. – С. 32–39.
11. Касьянов Д.Г. Инновационные подходы к созданию хлебобулочных и кондитерских изделий с использованием плодоовощных криопорошков / Д.Г. Касьянов, Э.С. Торосян // В сборнике: Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века. Сборник материалов IX Международной научно-практической конференции, посвященной Десятилетию науки и технологий. – Краснодар, 2025. – С. 211–219.
12. Сравнительная характеристика кремнийсодержащих продуктов из отходов производства риса и коммерческих энтеросорбентов / А.В. Ковехова [et al.] // Вестник ДВО РАН. – 2023. – № 6. – С. 135–145. – URL : http://dx.doi. org/10.37102/0869-7698_2023_232_06_12
13. Программа для учёта технологий переработки и утилизации отходов / Т.А. Приходько, М.В. Терешина, Э.С. Торосян. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2025683827. Заявка № 2025682721 от 01.08.2025, опубл. 08.09.2025.
14. Технология плодоовощных порошков для хлебобулочных изделий / М.П. Бахмет, И.С. Королева, Н.А. Братов, З.А. Яралиева. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2025621045. Заявка № 2025620642 от 28.02.2025, опубл. 06.03.2025.
15. Торосян Э.С. Современные проблемы охраны произведений авторского права в цифровую эпоху // Юрист. – 2022. – № 10. – С. 42–47.
16. Торосян Э.С. Правовые аспекты изобретательской деятельности в пищевой промышленности / Э.С. Торосян, Г.И. Касьянов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2026. – № 1. – С. 111–118.
17. Методы оценки качества зерна риса и продуктов его переработки в зарубежных исследованиях / А.Ю. Шаззо [и др.] // Новые технологии. – 2017. – № 2. – С. 31–36.
18. Шипулин В.И. Основы проектирования качества продуктов из агропищевого сырья / В.И. Шипулин, Д.Г. Касьянов, Э.С. Торосян // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2026. – № 1. – С. 147–155.
19. Проблемы и перспективы развития экономики замкнутого цикла в Краснодарском крае: опыт эмпирического исследования / К.В. Ячменник [и др.] // В сборнике: Национальные эколого-экономические и социальные интересы в эпоху больших вызовов. Материалы XVIII Международной научно-практической конференции Российского общества экологической экономики (РОЭЭ). – Апатиты, 2025. – С. 126–129.

References

1. Airumyan V.Yu. Chemical composition of processed rice and corn grain products to increase the nutritional and biological value of bakery products / V.Yu. Airumyan, N.V. Sokol, E.A. Olkhovatov // Polzunovsky Vestnik. – 2020. – № 3. – P. 3–10. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020/03/001

2. Database of national models for implementing a circular economy / E.A. Yakovleva, M.V. Tereshina, E.S. Torosyan, T.V. Vaskevich. Database registration certificate RU 2025624273. Application No. 2025623852 dated 09.18.2025, published. 10/07/2025.
3. Bakhmet M.P. Methods for Ensuring the Safety and Preservation of Nutritional Value of Food Products / M.P. Bakhmet, P.R. Tagirova, A.N. Danilova // Current and Innovative Technologies for Processing Agro-Food Raw Materials and Aquatic Biological Resources: Collection of Materials from the International Scientific and Practical Conference. – Krasnodar, 2023. – P. 219–222.
4. Bakhmet M.P. Options for Maintaining the Quality and Safety of Grain Raw Materials / M.P. Bakhmet, N.A. Shmalko, A.Ya. Aldarvish // In the collection: Innovations in the Food Industry and Service. Collection of materials of the VI International scientific and practical conference dedicated to the 40th anniversary of the Department of Public Catering and Service and within the framework of the Decade of Science and Technology. – Krasnodar, 2025. – P. 204–205.
5. Beldieva N.A. Technology of production of cosmetic ingredients using secondary products of rice processing / N.A. Beldieva, V.E. Tarasov // International Research Journal. – 2024. – № 1. – 7 p. DOI: 10.23670/IRJ.2024.141.23
6. Zakharchenko D.S. Features of legal protection of derivative works / D.S. Zakharchenko, E.S. Torosyan // Jurist. – 2022. – № 12. – P. 36–42.
7. Study of the influence of rice quality on the efficiency of its processing / V.A. Ziyatdinova [et al.] // Polythematic online electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. – 2017. – № 1. – 7 p.
8. Zolotokopov A.V. A systems approach to the use of artificial intelligence control functions in the food industry / A.V. Zolotokopov, S.V. Zolotokopova, E.S. Torosyan // Science. Technology. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2025. – № 2. – P. 72–78.
9. Zolotokopov A.V. Construction of food product composition using diet assessment tools based on artificial intelligence / A.V. Zolotokopov, E.S. Torosyan // In the collection: Bakery, confectionery and pasta products of the 21st century Collection of materials of the IX International scientific and practical conference dedicated to the Decade of Science and Technology. – Krasnodar, 2025. – P. 420–424.
10. Zolotokopov AV Design of the quality of multicomponent food systems based on waste-free technology for processing fish raw materials / AV Zolotokopov, ME Tsibizova, GI Kasyanov // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2025. – № 4. – P. 32–39.
11. Kasyanov DG Innovative approaches to the creation of bakery and confectionery products using fruit and vegetable cryopowders / DG Kasyanov, ES Torosyan // In the collection: Bakery, confectionery and pasta products of the 21st century. Collection of materials of the IX International scientific and practical conference dedicated to the Decade of Science and Technology. – Krasnodar, 2025. – P. 211–219.
12. Comparative characteristics of silicon-containing products from rice production waste and commercial enterosorbents / A.V. Kovekhova [et al.] // Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. – 2023. – № 6. – P. 135–145. – URL : http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2023_232_06_12
13. Software for accounting of waste processing and disposal technologies / T.A. Prikhodko, M.V. Tereshina, E.S. Torosyan. Computer program registration certificate RU 2025683827. Application № 2025682721 dated 08/01/2025, published 09/08/2025.
14. Technology of fruit and vegetable powders for bakery products / M.P. Bakhmet, I.S. Koroleva, N.A. Bratov, Z.A. Yaralieva. Database registration certificate RU 2025621045. Application № 2025620642 dated 02/28/2025, published 03/06/2025.
15. Torosyan E.S. Modern problems of copyright protection in the digital age // Jurist. – 2022. – № 10. – P. 42–47.
16. Torosyan E.S. Legal aspects of inventive activity in the food industry / E.S. Torosyan, G.I. Kasyanov // Science. Technology. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2026. – № 1. – P. 111–118.
17. Methods for Assessing the Quality of Rice Grain and Its Processed Products in Foreign Studies / A. Yu. Shazzo [et al.] // New Technologies. – 2017. – № 2. – P. 31–36.
18. Shipulin V.I. Fundamentals of Designing the Quality of Products from Agro-Food Raw Materials / V.I. Shipulin, D.G. Kasyanov, E.S. Torosyan // Science. Technology. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2026. – № 1. – P. 147–155.
19. Problems and Prospects for Developing a Circular Economy in Krasnodar Krai: An Empirical Study / K. V. Yachmennik [et al.] // In the collection: National Ecological, Economic and Social Interests in the Era of Great Challenges. Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference of the Russian Society for Ecological Economics (ROSEE). – Apatity, 2025. – P. 126–129.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

•••••••

SCIENCES ABOUT THE EARTH

УДК 622.245.422.6

К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ КОРРОЗИОННОСТОЙКОГО СОСТАВА УТЯЖЕЛЕННОГО ТАМПОНАЖНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ ОБСАДНЫХ КОЛОНН В УСЛОВИЯХ АВПД

♦♦♦♦♦

ON THE DEVELOPMENT OF A CORROSION RESISTANT HEAVY WEIGHT CEMENTING MATERIAL FOR CASING CEMENTING UNDER ABNORMALLY HIGH FORMATION PRESSURE CONDITIONS

Азанов Александр Сергеевич
инженер кафедры нефтегазовые технологии,
Пермский национальный исследовательский политехнический университет
a.azanov@pstu.ru

Козлов Александр Сергеевич
кандидат технических наук,
доцент кафедры нефтегазовые технологии,
Пермский национальный исследовательский политехнический университет
bngs014@pstu.ru

Аннотация. В статье рассмотрена актуальность и возможность применения магнезиального вяжущего в качестве основы для приготовления коррозионностойкого утяжеленного тампонажного материала, предназначенного для цементирования обсадных колонн в скважинах, геологический разрез которых характеризуется наличием водорастворимых солей и зон с аномально высоким пластовым давлением (АВПД). Обоснован выбор утяжелителя – баритового концентрата. Разработан состав утяжеленного тампонажного материала, представленный магнезиально-баритовой сухой тампонажной смесью и жидкостью затворения – водным раствором хлористого магния. Приведены результаты лабораторных исследований, позволяющие рекомендовать разработанный состав к использованию в опытном порядке для оценки возможности повышения качества цементирования обсадных колонн в разрезе, осложненном наличием соленосных горных пород и зон АВПД.

Ключевые слова: утяжеленный тампонажный материал, магнезиальное вяжущее, цементирование обсадных колонн, АВПД, водорастворимые соли.

Azanov Aleksandr Sergeevich
Engineer of the Department of Oil and Gas Technologies,
Perm National Research Polytechnic University
a.azanov@pstu.ru

Kozlov Alexander Sergeevich
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of Oil and Gas Technologies,
Perm National Research Polytechnic University
bngs014@pstu.ru

Annotation. The article discusses the relevance and possibility of using magnesia binder as a basis for preparing corrosion-resistant heavy-duty plugging material intended for cementing of casing strings in wells, the geological section of which is characterized by the presence of water-soluble salts and zones with abnormally high reservoir pressure (AVPD). The choice of the weighting agent – barite concentrate is substantiated. A composition of a weighted plugging material has been developed, represented by a magnesia-barite dry plugging mixture and a mixing liquid – an aqueous solution of magnesium chloride. The results of laboratory studies are presented, allowing the developed composition to be recommended for experimental use in order to assess the possibility of improving the quality of casing cementing in a section complicated by the presence of salt-bearing rocks and zones of high-pressure zones.

Keywords: weighted plugging material, magnesia binder, casing cementing, AVDP, water-soluble salts.

Строительство скважин в Восточной Сибири может быть сопряжено с вскрытием отложений водорастворимых солей и рапосодержащих пластов, характеризующихся АВПД.

В частности, на территории Иркутской области строительство поисково-оценочных скважин на Знаменском лицензионном участке осложнено наличием зон АВПД, приуроченных к вскрытию межсолевых рапоносных пластов усольской свиты с коэффициентом аномальности более 2 и динамической температурой в цементируемом интервале до 45 °С. Минерализация рапы колеблется в диапазоне от 320 до 430 кг/м^3. На северо-востоке, по соседству расположено Ковыктинское газоконденсатное месторождение, где отмечается схожий характер осложнений.

Цементирование обсадных колонн в условиях АВПД относится к числу сложных технологических операций, безопасное выполнение которых требует применения утяжеленных тампонажных растворов. Присутствие в разрезе водорастворимых солей

и/или высокоминерализованных пластовых вод-рассолов является дополнительным осложняющим фактором, обуславливающим необходимость засолонения традиционно используемых тампонажных портландцементов для предотвращения растворения стенок скважин, сложенных соляными породами. При этом, тампонажную смесь необходимо затворять насыщенными (близкими к насыщению) водными растворами тех же солей [1]. Применение на практике такого технологического приема может приводить к получению раствора-камня с эксплуатационными характеристиками, не позволяющими качественно выполнить работы по цементированию, обеспечить надежность и герметичность крепи.

Для достижения высокого качества цементирования обсадных колонн в таких условиях, тампонажный раствор, наряду с «базовыми» показателями свойств (плотность, растекаемость, водоотделение, сроки загустевания и схватывания) должен быть седиментационно устойчив, сохраняя при этом приемлемые реологические характеристики для его безаварийного размещения в требуемом интервале ствола скважины/затрубного пространства.

Сформированный цементный камень должен характеризоваться отсутствием усадки (расширением), коррозионной стойкостью в контакте с минерализованными пластовыми водами и высокой адгезией к солям разреза и к металлу обсадных труб. Получение достаточно прочных связей между цементным камнем и соляными породами достижимо лишь в случае химического подобия или родства солей и применяемых тампонажных материалов [2]. Возможное решение проблемы повышения качества цементирования обсадных колонн, перекрывающих отложения солей и зоны АВПД – использование утяжеленного тампонажного материала на основе магнезиального вяжущего. Известно, что магнезиальные цементы, представляющие собой продукт химической реакции взаимодействия оксида магния (MgO) с водным раствором хлорида магния ($MgCl_2$), при затвердевании на контакте с водорастворимыми природными солями: галитом, карналлитом, бишофитом и сильвинитом, формируют цементный камень, образующий прочную на кристаллохимическом уровне связь. Помимо этого, магнезиальные цементы характеризуются и высокой стойкостью в контакте с водными растворами этих солей [3].

С целью подтверждения возможности получения утяжеленного тампонажного материала на основе магнезиального вяжущего (УМТМ) были проведены лабораторные исследования с использованием в качестве вяжущего компонента – оксида магния каустического. Результаты выполненных исследований представлены в таблице.

Для получения тампонажного раствора плотностью 2300 кг/м³ [4] необходимо введение в его состав утяжеляющей добавки. В числе доступных минеральных утяжелителей наиболее распространены барит ($BaSO_4$), гематит (Fe_2O_3), магнетит (Fe_3O_4). Из них барит обладает рядом преимуществ. Во-первых, барит является более доступным и дешевым материалом по сравнению с другими утяжелителями. Во-вторых, барит проявляет химическую инертность, не вступая в нежелательные реакции с компонентами раствора и пластовыми флюидами, в том числе с кислыми. В-третьих, барит характеризуется меньшей абразивностью, что уменьшает износ насосного и цементировочного оборудования. На основании изложенного в качестве утяжелителя для разрабатываемого состава выбран барит.

В качестве модифицирующих реагентов в состав разрабатываемого тампонажного материала, предназначенных для регулирования времени загустевания, сроков схватывания и фильтрационных свойств тампонажного раствора, а также обеспечивающих расширение и коррозионную стойкость цементного камня, были использованы функциональные фосфатные добавки.

Таблица 1 – Результаты исследований свойств тампонажного раствора-камня УМТМ

Показатели свойств	Значение
1	2
Тампонажный раствор Плотность, кг/м^3 Малая условная вязкость УВ100, с	 2300 54

Окончание таблицы 1

1	2
Растекаемость, мм	230
Водоотделение, $см_3$	0
Седиментационная устойчивость, кг/м^3	30
Пластическая вязкость, мПа × с	318
Динамическое напряжение сдвига, дПа	46
Время загустевания до 50 Вс при температуре 50 °С, ч-мин	2–20
Сроки схватывания при температуре 50 °С, ч-мин:	
начало	2–50
конец	3–10
Цементный камень в возрасте 24 ч при температуре 50 °С	
Предел прочности при изгибе, МПа	6,0
Предел прочности при сжатии, МПа	12,0
Увеличение объема цементного камня в возрасте 24/48/168 ч, %	0,15/0,25/0,4

В результате проведения научно-исследовательской работы разработан состав утяжеленного магнезиального тампонажного материала, раствор которого характеризуется плотностью 2300 кг/м^3, удовлетворительными реологическими характеристиками и устойчивостью к седиментации.

Следует отметить, что эффективность изоляции флюидопроявляющих пластов с АВПД в определенной степени зависит от времени загустевания и схватывания тампонажного раствора. Раствор создает гидростатическое давление, противодействующее пластовому, тогда как формирующийся камень утрачивает способность к его передаче. Таким образом, длительный процесс загустевания тампонажного раствора может быть причиной повторного проявления флюида. Магнезиальные цементы отличаются «лавинообразным» характером загустевания и схватывания (рис. 1), завершающимися за время от нескольких до десятков минут с последующим быстрым формированием цементного камня, что способствует предотвращению прорыва флюида по заколонному пространству скважины в период ожидания затвердевания цемента [5].

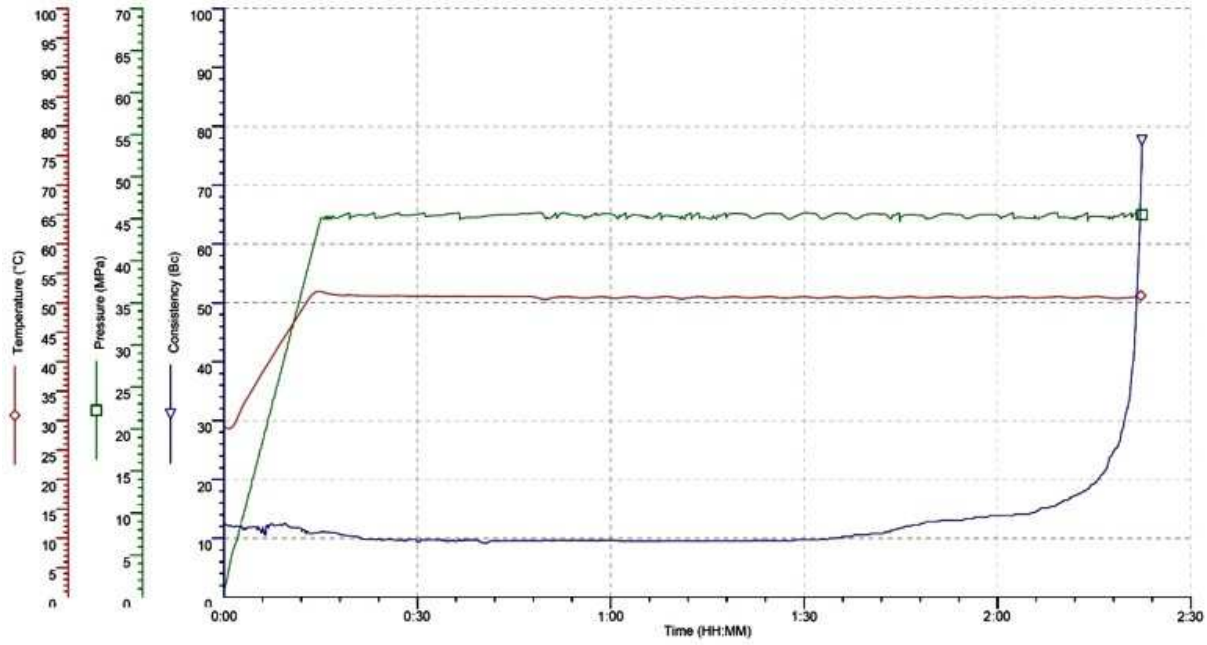


Рисунок 1 – Динамика загустевания раствора УМТМ

Установленные в ходе исследований свойства полученного состава тампонажного материала дают основания прогнозировать при производстве цементировочных работ возможность улучшения качества цементирования обсадных колонн в скважи-

нах, геологический разрез которых характеризуется наличием водорастворимых солей, высокоминерализованных пластовых вод-рассолов и зон АВПД за счет долговременной сохранности герметичности их крепи.

Литература

1. Бакшутов В.С. Минерализованные тампонажные растворы для цементирования скважин в сложных условиях. – М. : Недра, 1986. – 272 с.
2. Бурение и крепление в соленосных отложениях: тематические научно-технические обзоры. Сер. Бурение / А.Н. Ананьев [и др.]. – М. : ВНИИОЭНГ, 1972.
3. Толкачев Г.М. Перспективы использования магнезиальных тампонажных материалов при освоении недр подземными горными выработками / Г.М. Толкачев [и др.] // Вестник КРСУ. – 2016. – Т. 16. – № 1.
4. Данюшевский В.С. Справочное руководство по тампонажным материалам / В.С. Данюшевский, Р.М. Алиев, И.Ф. Толстых. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Недра, 1987. – 373 с.
5. Козлов А.С. Об использовании магнезиальных цементов при строительстве нефтяных и газовых скважин / А.С. Козлов, А.М. Пастухов, Н. В. Козлов. // Нефть. Газ. Новации. – 2021. – № 8. – С. 8–12.

References

1. Bakshutov V.S. Mineralized Cementing Slurries for Well Cementing in Difficult Conditions. – M. : Nedra, 1986. 272 p.
2. Drilling and Well Completion in Salt Deposits: Thematic Scientific and Technical Reviews. Drilling Series / A.N. Ananyev [et al.]. – M. : VNIIOENG, 1972.
3. Prospects of Using Magnesia Cementing Materials in Underground Mining / G.M Tolkachev [et al.] // Bulletin of KRSU. – 2016. – Vol. 16. – № 1.
4. Danyushevsky V.S. Reference Guide on Cementing Materials / V.S. Danyushevsky, R.M. Aliev, I.F. Tolstykh. – 2nd ed., revised and enlarged. – M. : Nedra, 1987. – 373 p.
5. Kozlov A.S. On the Use of Magnesia Cements in Oil and Gas Well Construction / A.S. Kozlov, A.M. Pastukhov, N.V. Kozlov // Oil. Gas. Innovations. – 2021. – № 8. – P. 8–12.

УДК 622.279.51

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ФОНДА СКВАЖИН НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛУОСТРОВА ЯМАЛ В УСЛОВИЯХ ПРЕЖДЕВРЕМЕННОГО ОБВОДНЕНИЯ

♦♦♦♦♦

OPTIMIZATION OF OPERATION OF PRODUCTION WELLS OF THE YAMAL PENINSULA OIL AND GAS CONDENSATE FIELD UNDER CONDITIONS OF PREMATURE WATER FLOODING

Березовский Денис Александрович
ведущий инженер по добыче нефти и газа производственно-технического отдела филиала ООО «Газпром добыча Краснодар» – Каневское ГПУ
daberezovskiy-gaz@rambler.ru

Аннотация. На Севере Тюменской области располагаются уникальные по запасам углеводородов месторождения Западной Сибири. В большинстве своём нефтегазоносные области Западной Сибири объединяет наличие сеноманской газовой залежи водоплавающего типа, в которой сосредоточены основные запасы газа Российской Федерации. В связи с выходом основных месторождений-гигантов на завершающую стадию разработки становится всё более актуальным вопрос обводнения продуктивной залежи в целом и эксплуатационных скважин, в частности. Гигантские газовые залежи на таких месторождениях, как Ямбургское, Уренгойское, Медвежье, Бованенковское и т.д., имеют сходное геологическое строение и приурочены к единому сеноманскому газопродуктивному горизонту. Подобное однотипное строение крупнейших залежей Тюменского Севера говорит о необходимости рассматривать сеноманский газопродуктивный горизонт в качестве единого эксплуатационного объекта с целью использования и распространения уже выявленных закономерностей и особенностей его разработки. Проблема преждевременного обводнения скважин весьма распространена для большинства типов месторождений и особенно «опасна» для газовых скважин из-за возможности их самозадавливания. В статье проблема рассмотрена на примере газового промысла № 3 Бованенковского НГКМ, так как является для него актуальной. Значительная часть фонда скважин на месторождении простаивает по причине высокого выноса воды и требует поиска методов борьбы с данным осложнением.

Ключевые слова: система одновременного сбора воды; расчёт технологических параметров системы ОСВ; расчёт эффективности системы ОСВ; турбулентная автомодельность; коэффициент гидравлического сопротивления; моделирование процесса работы системы ОСВ; входные значения виртуального симулятора.

Berezovskiy Denis Aleksandrovich
Leading Engineer for Oil and Gas Production Production and Technical Department of the branch Gazprom Dobycha Krasnodar LLC – Kanevskoye GPU
daberezovskiy-gaz@rambler.ru

Annotation. In the north of the Tyumen region there are fields that are unique in terms of hydrocarbon reserves in Western Siberia. For the most part, the oil and gas-bearing areas of Western Siberia are united by the presence of the Cenomanian gas deposit of the floating type, in which the main gas reserves of the Russian Federation are concentrated. In connection with the entry of the main giant fields into the final stage of development, the issue of watering the productive deposit in general and production wells in particular is becoming increasingly relevant. Giant gas deposits in fields such as Yamburgskoye, Urengoyskoye, Medvezhye, Bovanenkovskoye, etc., have a similar geological structure and are confined to a single Cenomanian gas-productive horizon. Such a similar structure of the largest deposits of the Tyumen North indicates the need to consider the Cenomanian gas-producing horizon as a single operational object in order to use and disseminate the already identified patterns and features of its development. The problem of premature watering of wells is very common for most types of fields and is especially «dangerous» for gas wells due to the possibility of self-damping. In the article, the problem is considered using the example of gas field No. 3 of the Bovanenkovskoye oil and gas condensate field, as it is relevant for it. A significant part of the well stock in the field is idle due to high water removal and requires the search for methods to combat this complication.

Keywords: simultaneous water collection system; calculation of process parameters of simultaneous water collection system; calculation of efficiency of simultaneous water collection system; turbulent automodality; hydraulic resistance coefficient; modeling of operation process of simultaneous water collection system; virtual simulator inputs.

Общие сведения о месторождении

Рассматриваемое нефтегазоконденсатное месторождение – крупнейшее на полуострове Ямал, расположено в 40 км от побережья Карского моря.

В продуктивном разрезе сеноман-аптских отложений месторождения [1] в самостоятельные подсчётные объекты выделены следующие залежи:

I объект – сеноманская газовая залежь ПК1 [2];

II объект – залежи ПК9-10, ХМ1-2, ТП1-6 (базовая) [3, 4] и ТП7-11.

Основные характеристики залежей рассматриваемого НГКМ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Геолого-промысловые параметры залежей НГКМ

Наименование	Залежи			
	$ПК_1$ (сеноман)	$ХМ_1$	$ХМ_2$	$ТП_{1–6}$
Глубина, м	532–801	1068–1390	1099–1396	1183–1515
ГВК, м	671	1278	1357	1460
Длина, км	51,0	50,0	56,0	57,0
Ширина, км	20,5	20,5	25,0	27,5
Высота, м	148	216	265	297
Эффективная толщина, м	8,8–137,0	1,6–6,2	4,8–27,6	4,0–28,0
Пористость, %	33,3	24,6	24,6	26,5
Пластовое давление, МПа	6,73	12,96	13,28	14,32
Пластовая температура, °С	16	35	37,5	41,5

Базовыми объектами разработки в сеноман-аптском продуктивном комплексе НГКМ для газового промысла № 3 (ГП-3) [5] являются сеноман и $ТП_{1–6}$, в которых сосредоточено соответственно 27,5 % и 49,2 % от начальных запасов. На объект разработки $ХМ_{1–2}$ приходится 23,3 % от суммарных запасов.

Газ сеноман-аптских залежей по составу преимущественно метановый (96–99 %), сероводород отсутствует.

Среднее начальное потенциальное содержание конденсата в газе не превышает в целом 2,5 г/м^3 [1].

Запасы углеводородов сеноман-аптских отложений по месторождению утверждены в объёме 3466,9 млрд м^3.

Продуктивные пласты в основном сложены рыхлыми песчаниками и алевролитами светло-серыми, преимущественно мелкозернистыми, в разной степени слюдистыми, с характерными горизонтальным и волнистым типами слоистости, обусловленными присутствием тонких прослоев глинистого материала [6].

Данные геологические условия позволяют установить, что преждевременное обводнение скважинной продукции является одним из самых ожидаемых осложнений в процессе разработки из-за высокой проницаемости пластов и возможности быстрого подступления ГВК к вскрытым интервалам [7], что было подтверждено в ходе анализа текущего состояния эксплуатационного фонда скважин. Причинами возникновения осложнения могут являться технические источники обводнения, такие как негерметичное цементное кольцо и заколонные перетоки, но наиболее вероятными являются источники, связанные с геологическим строением залежей и его особенностями, а также источники, связанные с процессом разработки [8, 9].

Обводнение залежей в зоне ГП-3 на рассматриваемом НГКМ выявлено в 2022 году при завершении строительством скважин на пласты танопчинской свиты $ТП_{1–3}$, транзитом вскрывших пласты ханты-мансийской свиты $ХМ_{1–2}$. В целях повышения эффективности разработки залежей пластов $ТП_{1–6}$ и $ХМ_{1–2}$ нефтегазоконденсатного месторождения актуальным является детальное определение причин обводнения данных пластов, основанное на:

1) комплексном анализе сейсморазведки по алгоритму нейронных сетей и профильно-площадных электрических моделей пластов в скважинах;

2) особенностях геологического строения [10];

3) анализе технического состояния пробуренного фонда скважин;

4) уточнении флюидальных контактов [11];

5) переобработке данных ГИС;

6) проведении специальных геофизических и газогидродинамических исследований;

7) химическом анализе флюидов и построении моделей распределения литотипов и флюидонасыщения залежей $ТП_{1-6}$ и $ХМ_{1-2}$.

Анализ текущего состояния разработки эксплуатационных объектов

Фактическая добыча пластового газа с начала разработки и по состоянию на 01.01. 2026 г. составляет 688,4 млрд м^3, добыча газа за 2025 год достигла 110,9 млрд м^3. Месторождение разрабатывается тремя промыслами. Годовая добыча пластового газа распределена по ГП следующим образом: ГП-1 – 29,6 млрд м^3, по ГП-2 – 57,9 млрд м^3 и по ГП-3 – 23,1 млрд м^3. Коэффициент извлечения газа равен 0,195. Темп отбора газа в целом по месторождению составляет 3,15 % от начальных геологических запасов. За 2025 год средний дебит скважин по газу равен 550 тыс. м^3/сут.

Накопленная добыча стабильного конденсата составила 595,7 тыс. тонн, годовая добыча – 85,5 тыс. тонн, что соответствует конденсато-газовому фактору 0,77 г/м^3.

На 01.01.2026 г. фонд скважин представлен 661 скважиной, из которых добывающих – 595, действующих 575, бездействующих – 20. Реализация проектного фонда скважин в целом по месторождению составляет 85 %, реализация проектного фонда добывающих скважин – 77 % [12].

Введённая в разработку в конце 2022 года зона ГП-3 дренируется неравномерно: отмечается интенсивное снижение пластового давления в районах расположения действующих скважин, обусловленное блоковым строением залежей с затруднённой гидродинамической связью по площади и плохой выработкой запасов газа периферийных северных участков. Выработка запасов зоны ГП-3 значительно осложняется быстрым обводнением скважин, в т.ч. по причине заколонных перетоков в эксплуатационных скважинах [13, 14].

Состояние разработки объекта $ТП_{1-6}$

На базовый объект ТП1-6 приходится основная доля добычи углеводородного сырья НГКМ – 87 % общего отбора из аптских залежей. Накопленная добыча газа на 01.01.2026 г. составляет 591,4 млрд м^3. В 2025 году добыто 87,6 млрд м^3 газа, в т.ч. по ГП-1 – 25,8 млрд м^3, по ГП-2 – 44,3 млрд м^3, по ГП-3 – 17,4 млрд м^3. Фактическая накопленная добыча газа на 0,7 % выше проектной, годовая добыча газа на 4,7 % превышает проектный показатель.

Добыча стабильного конденсата с начала разработки составляет 451,4 тыс. тонн, что на 7 % ниже проектного значения. Добыча стабильного конденсата за 2025 год – 65,9 тыс. тонн, что соответствует конденсато-газовому фактору 0,75 г/м3. Годовая добыча стабильного конденсата на 12,5 % ниже проектной.

Фонд добывающих скважин соответствует проектному значению 421 ед. Среднее пластовое давление в зоне отбора составляет 8,42 МПа, среднее устьевое давление опустилось до 6,6 МПа. Фактическое пластовое давление ниже проектного на 2,3 %.

Темп годового отбора газа по пластам ТП1-6 от начальных геологических запасов составляет 4,6 %. Коэффициент извлечения газа равен 0,31. За 2025 год средний дебит скважин по газу равен 605 тыс. м^3/сут.

Состояние разработки объекта $ХМ_{1-2}$

На 01.01.2026 г. накопленный отбор газа составил 54,7 млрд м^3 – на 3,5 % выше проектной величины (52,8 млрд м3). В 2025 году отобрано 15,9 млрд м^3 газа, в т.ч. по ГП-1 – 2,45 млрд м^3, по ГП-2 – 7,70 млрд м^3, по ГП-3 – 5,70 млрд м^3. Годовая добыча газа на 11,6 % выше проектного уровня.

Темп годового отбора газа по пластам ХМ1-2 от начальных геологических запасов составляет 3,26 %. Коэффициент извлечения газа равен 0,11. За 2025 год средний дебит скважин по газу равен 350 тыс. м^3/сут.

Накопленная добыча стабильного конденсата с начала разработки ниже проектной величины на 3,6 % и равна 87,4 тыс. тонн. Добыча стабильного конденсата за 2025 год – 12,0 тыс. тонн – соответствует проекту. Выход стабильного конденсата соответствует конденсато-газовому фактору 0,75 г/м^3.

Фонд добывающих скважин насчитывает 142 ед. и превышает проектное значение (139 ед.). Среднее пластовое давление в зоне отбора составляет 8,65 МПа и отличается от проектного значения в 9,02 МПа на 5,36 %. Среднее устьевое давление оставляет 6,25 МПа, что на 12,4 % ниже проекта.

Сравнение проектных и фактических показателей разработки сеноман-аптских залежей НГКМ приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение проектных и фактических показателей разработки сеноман-аптских залежей НГКМ

Показатели	2023 год		2024 год		2025 год	
	проект	факт	проект	факт	проект	факт
Остаточные запасы свободного газа, млрд м^3	3232,18	3195,81	3125,72	3096,48	2839,21	2834,02
Коэффициент извлечения газа, доли ед.	0,120	0,13	0,149	0,16	0,194	0,195
Добыча свободного газа с начала разработки, млрд м^3	441,720	478,087	548,176	577,416	683,2	688,4
Добыча свободного газа всего, в т.ч., млрд. м^3	76,779	96,366	106,456	99,328	105,7	110,9
ГП-1	25,090	27,543	25,900	27,209	28,5	29,6
ГП-2	50,210	54,531	51,840	53,220	55,2	57,9
ГП-3	1,510	14,291	28,710	18,899	21,9	23,1
Фонд добывающих газовых скважин на конец года, ед.	536	536	599	589	592	595
Действующий фонд добывающих газовых скважин на конец периода, ед.	536	525	599	577	585	575
Средний дебит скважин по газу, тыс. м^3/сут.	647	596	630	586	566	550
Темп отбора газа от начальных запасов, %	2,1	2,6	2,9	2,7	3,04	3,15
Добыча стабильного конденсата, тыс. тонн	93	97	72	89	96,8	85,5
Добыча стабильного конденсата с начала разработки, тыс. тонн	516	421	588	510	634,4	595,7
Конденсато-газовый фактор, г/м^3	1,2	1,0	0,7	0,9	0,7	0,77

С 01.01.2025 по 01.01.2026 гг. фактическая добыча газа в целом по месторождению выше проектной на 4,7 %. Накопленная добыча газа превышает проектную на 0,76 %, что связано с опережающим вводом в разработку зоны ГП-3 в 2022 году (проектный срок ввода – 2023 год), а также значительным превышением проектной добычи газа в 2021–2023 гг. по ГП-1 и ГП-2 (примерно на 10 %). Основной причиной расхождения проектных и фактических показателей разработки в 2025 году является повышение уровней добычи в связи с ростом потребительского спроса на газ.

За 2025 год фактическая добыча стабильного конденсата ниже проектной на 13 %, накопленная добыча конденсата ниже проектной на 6,5 %. Отклонение фактических величин добычи стабильного конденсата от проектных по всем объектам связано с высокими технологическими потерями.

Для объекта ТП1-6 превышение фактической накопленной добычи газа с начала разработки над проектной составляет 2,7 %, главным образом из-за опережающего ввода в разработку зоны ГП-3 в 2022 году, а также значительного превышения проектной добычи газа по ГП-1 и ГП-2 в 2021–2023 гг. За период 01.01.2025 по 01.01.2026 гг. фактическая добыча газа выше проектной на 4,7 %. Фактическая добыча конденсата на объекте $ТП_{1–6}$ находится ниже проектного уровня, за отчётный период – на 12,5 %, с начала разработки – на 7 %. Среднее пластовое давление ниже проектного на 2 %. Устьевое давление соответствует проектному.

По объекту $ХМ_{1–2}$ накопленный и годовой отбор газа превышает проектные значения на 3,5 и 11,6 % соответственно. За период с 01.01.2025 по 01.01.2026 гг. фактическая добыча конденсата соответствует проектной. Добыча стабильного конденсата с начала разработки ниже проектной величины на 3,6 %. Завышенные уровни отборов по объекту обусловили быстрые темпы падения пластового и забойного давления. Среднее устьевое давление по скважинам пласта $ХМ_{1–2}$ на 12,4 % ниже проектного значения.

Превышение фактических отборов газа проектных уровней связано со снижением уровней давления. Ежегодное завышение фактических отборов по объекту $ХМ_{1–2}$ привело к формированию более глубоких депрессионных воронок, чем предусматривалось по проекту, и, следовательно, к снижению уровня устьевых давлений по сравнению с проектным. До начала 2024 года объект $ТП_{1–6}$ также работал с превышением отборов, в 2024–2025 гг. отклонение добычи газа от проекта стало менее существенным, темп падения устьевого давления по скважинам $ТП_{1–6}$ снизился. Вышесказанное обусловило рассинхронизацию устьевых давлений по основным объектам добычи – $ТП_{1–6}$ и $ХМ_{1–2}$ в пределах каждого ГП.

Разбалансировка устьевых давлений с учётом отклонения фактических давлений от ожидаемых по проекту [15, 16] отрицательно сказывается на работе наземного оборудования по подготовке и транспортировке газа [17] и требует преждевременной модернизации, необходимо рассмотреть возможность перераспределения добычи между объектами и оценить величину изменения устьевого давления с целью минимизации негативного влияния на наземное оборудование. Различие устьевых давлений стало наиболее заметным с 2024 года и отмечается на всех трёх ГП. На 01.01.2026 г. различие между средними устьевыми давлениями по объектам $ХМ_{1–2}$ и $ТП_{1–6}$ по ГП-3 составляет 0,25 МПа.

Проблемные вопросы разработки НГКМ особенно проявились в период 2022-2025 гг. после ввода скважин зоны ГП-3 (введена в эксплуатацию в конце 2022 года) и связаны с объектами $ТП_{1–6}$ и $ХМ_{1–2}$, в частности:

- продуктивные характеристики эксплуатационных скважин ниже проектных [18];
- темпы падения пластового давления значительно выше значений, предусмотренных проектно-технологическим документом [19] (необходимо своевременное проведение мероприятий по развитию дожимного комплекса);
- прогрессирующее обводнение эксплуатационного фонда скважин.

Ниже приведено состояние эксплуатационного фонда скважин.

Скважина № 1209 по результатам освоения характеризуется низкой продуктивностью, наблюдается интенсивный вынос пластовой воды и механических примесей. Вероятный источник притока пластовой воды – пласт $ХМ_3$. Рекомендуется проведение водоизоляционных работ по отсечению пласта $ХМ_3$ и перевод скважины на $ПК_1$.

Скважина № 1301 ограничена по депрессии, что ниже минимально необходимого дебита для выноса жидкости по эксплуатационной колонне, скважина работает в режиме самозадавливания [20]. Отмечается вынос пластовой воды (до 84 %). Оценить продуктивность невозможно, индикаторные диаграммы искажены дополнительными гидравлическими сопротивлениями. Скважина включена в программу ГТМ на 2027 год.

Скважина № 1304 характеризовалась интенсивным выносом пластовой воды (72 %) в 2023 году. В сентябре 2023 года выполнен ВИР «Монасил», отсечено 33 % перфорированной мощности. Удельный вынос жидкости не снизился. Допустимый дебит скважины ограничен по допустимой депрессии, скважина работает в режиме самозадавливания.

На скважине № 1306 в августе 2023 года выполнен ВИР «Монасил». По результатам исследований от 20.09.2025 г. отмечается вынос жидкости (0,5 $м^3$/сут.), доля пластовой воды по гидрохимическому анализу составляет до 59 %, её источником может быть как переток по ЗКЦ, так и остатки пластовой воды, поглощённой пластом в период до ГТМ. Однозначно оценить эффективность ГТМ не представляется возможным.

Скважина № 1308 введена в эксплуатацию в IV квартале 2024 года и преимущественно работала в режиме самозадавливания. Удельный вынос жидкости составляет до 2,5 $см^3/м^3$. Вынос механических примесей не отмечен. Скважина выведена в бездействие с января 2026 года. Для восстановления добывных возможностей скважины необходимо проведение работ по ликвидации негерметичности заколонных пакеров. Рекомендуется выполнить ГТМ.

На скважине № 1402 по данным ГДИС от 10.05.2024 г. отмечается незначительный вынос конденсационной воды, на некоторых режимах отмечается вынос механи-

ческих примесей (до 22,3 мм^3/м^3). Допустимый дебит ограничен по депрессии (1,4 МПа). Скважина в программе ГТМ 2026 года.

На скважине № 1404 в 2025 году отмечен рост дебита жидкости до 1,4 м^3/сут. Вынос механических примесей зафиксирован только в 2023 году (до 22,8 мм^3/м^3). Допустимый дебит ограничен по депрессии. В связи с ростом дебита жидкости и доли пластовой воды предлагается рассмотреть скважину в программу ГТМ.

Скважина № 1603 запущена в эксплуатацию в декабре 2023 года с дебитом 232 тыс. м^3/сут. в режиме самозадавливания. Скважина характеризуется пониженными коллекторскими свойствами по сравнению с соседней скважиной. Рекомендуется рассмотреть в программу ГТМ.

Скважина № 2103 запущена в эксплуатацию в декабре 2022 года с дебитом 605 тыс. м^3 / сут. Вода по данным гидрохимического анализа имеет повышенную минерализацию (3,9 г/л) и диагностируется как конденсационная с примесью пластовой воды (до 24 %). Источник обводнения определить не представляется возможным, т.к. ГИС-контроль не проводился. По данным ГДИС допустимый дебит скважины ограничен депрессией и составляет 823 тыс. м^3/сут. По данным телеметрии с декабря 2024 года наблюдается снижение дебита скважины. Показания степени открытия регулируемого гидравлического дросселя (ДРГ) составляют 34 %. Вероятно, именно неисправность ДРГ и является причиной снижения дебита газа. С 06 февраля 2025 года скважина находится в простое. В настоящий момент выполняются работы по ревизии регулируемого дросселя.

На скважине № 2801 по результатам ГДИ от 08.09.2025 г. зафиксирован интенсивный вынос жидкости, удельный вынос жидкости составляет не менее 1,8 см^3/м^3. По данным гидрохимического анализа вода пластовая до 79 %. Допустимый дебит скважины ограничен депрессией до 635 тыс. м^3/сут. Скважина в программе ГТМ на 2027 год.

На скважине № 6801 по результатам газодинамических исследований в конце 2023 года отмечено существенное снижение продуктивности скважины. Удельное содержание механических примесей на всех режимах превышает допустимую величину (до 317 мм3/м3). Возможно, повышенное содержание пластовой воды в продукции связано с заколонным перетоком из водонасыщенного пласта вверх с выходом через интервал перфорации. По сравнению с предыдущими исследованиями профиль притока существенно изменился, ранее основной вклад в общий дебит составлял нижний интервал перфорации. Изменение профиля притока указывает на изменение фазовой проницаемости пласта нижней части перфорации, что, скорее всего, объясняется насыщением его порового пространства пластовой водой. Скважина в программе ГТМ на 2027 год.

На скважине № 11007 по данным ГИС от 20.09.2024 г. отмечается приток жидкости, удельный вынос жидкости составляет не менее 0,9 г/м^3, вода по данным ГХА диагностируется как пластовая до 88 %. Вынос механических примесей отмечен на всех режимах при дебитах газа свыше 386 тыс. м^3/сут. На текущий момент оценить эффективность водоизоляционных работ не представляется возможным, процесс отработки скважины не завершён – отмечается вынос техногенных растворов. Удельные показатели выноса жидкости и механических примесей значительно снизились относительно доремонтного состояния, продуктивные характеристики и допустимый дебит незначительно увеличились.

На скважине № 11105 в период с 15 октября по 31 декабря 2024 года выполнен ВИР ВСМЦ [21]. По данным ГДИС от 11.09.2025 г. после КРС отмечается снижение продуктивных характеристик скважины. Вынос жидкости отмечается на режимах свыше 400 тыс. м^3/сут., вода по ГХА диагностируется как пластовая до 67 %, отмечается интенсивный вынос механических примесей на всех режимах. Допустимый дебит скважины ограничен по депрессии и выносу механических примесей. В августе 2025 года по результатам газоконденсатных исследований отмечается приток жидкости, по данным ГХА содержание пластовой воды до 56 %. Рекомендуется внесение в программу ГТМ.

На скважине № 11205 в июне 2024 года отмечается вынос воды, дебит составил не менее 5,8 м^3/сут., по результатам ГХА вода диагностируется как пластовая до 95 %. В пе-

риод с 01.09 по 28.10.2025 г. выполнен КРС «ПОЛИГЕЛЬ АСМ-КЗ». После ГТМ отмечается вынос жидкости на всех режимах, вынос механических примесей отмечается на режимах свыше 410 тыс. м^3/сут. Дебит скважины ограничен по допустимой депрессии 0,7 МПа. Рекомендуется дальнейшая отработка скважины.

На скважине № 11307 в 2024 году наблюдается снижение продуктивных характеристик, дебит ограничен допустимой депрессией (1,4 МПа). По данным ГИС из водонасыщенного пласта отмечаются признаки заколонного перетока вверх с выходом в ствол скважины через нижний интервал перфорации. Скважина выведена из эксплуатации по причине обводнения. В период 21.10 – 03.12.2024 гг. выполнены ВИР «Монасил». По результатам газоконденсатных исследований в июле 2025 года отмечается вынос воды в объёме 0,6 м^3/сут., доля пластовой воды по объёмному методу 63 %. По динамике результатов ГХА доля пластовой воды вновь начала увеличиваться и может достигать 77 % (02.09.2025 г.). Оценить успешность капитального ремонта скважины в настоящий момент не представляется возможным (по косвенным признакам скважина не отработалась от фильтратов техногенных растворов). Рекомендовано продолжить отработку скважины в газосборную сеть.

Скважина № 11308 запущена в газосборную сеть 09.10.2024 г. Анализ данных системы телеметрии показал, что снижение дебита газа при работе скважины в ГСС связано с уменьшением проходного диаметра на УДК. После этого скважина начала работать в режиме самозадавливания с постепенным снижением дебита и впоследствии была остановлена. В целях запуска скважины в работу и корректировки технологического режима необходимо провести очистку ствола скважины от жидкости и выполнить ГДИС. Скважина в программе ГТМ на 2026 год.

На скважине № 11309 по результатам освоения отмечен интенсивный приток пластовой воды, механические примеси, выносимые с продукцией скважины на режимах освоения, представляют собой материал техногенного происхождения (продукты коррозии железа) с незначительной примесью песка породы коллектора. В связи с ограничениями по превышению депрессии и содержания механических примесей в газовом потоке скважина в газосборной сети не эксплуатировалась. Обводнение скважины связано с притоком пластовой воды по заколонному пространству из нижележащих и возможно из вышележащих водонасыщенных коллекторов из-за негерметичности заколонных пакеров или их неплотного примыкания к стенке скважины из-за наличия кавернозности.

На скважине № 11404 в апреле 2024 года произведён замер дебита жидкости, который составил 0,53 м^3/сут. Вода диагностировалась как пластовая до 45 %. По результатам ГДИС (08.04.2024 г.) фиксируется интенсивный вынос механических примесей до 18,3 мм^3/м^3. Дебит скважины ограничен по допустимой депрессии и выносу механических примесей до 350 тыс. м^3/сут. В сентябре 2025 года произведён замер дебита жидкости, который показал увеличение дебита воды до 1,4 м^3/сут, что указывает на увеличение обводнения. Рекомендуется ВИР ЗКЦ через специальные отверстия и нижнего интервала перфорации. Скважина в программе ГТМ на 2026 год.

На скважине № 11405 по данным ГДИС (04.08.2024 г.) отмечается снижение продуктивных характеристик, вынос механических примесей не зафиксирован. По данным ГХА отмечены признаки пластовой воды. При газоконденсатных исследованиях в августе 2025 года отмечен резкий рост притока воды до 11,1 м^3/сут. (удельный вынос жидкости составил 21,1 см^3/м^3), объёмная доля пластовой воды, рассчитанная методом материального баланса, 97 %. Рекомендуется выполнить ВИР. Скважина в программе ГТМ на 2026 год.

На июнь 2025 года в работе на ГП-3 находится 141 скважина, в резерве – 16, во временном простое – 6. Основные причины остановки скважин:

1) высокая обводнённость, вынос песка;
2) самозадавливание;
3) дефект запорно-регулирующей арматуры.

Анализ текущего состояния разработки и эксплуатационного фонда скважин позволяет сделать вывод о том, что большое количество скважин остановлены по причине самозадавливания и высокого выноса воды. Это сказывается как на скважинном

оборудовании, так и на процессе сбора и подготовки продукции. Поэтому оптимизация работы эксплуатационного фонда скважин и решение проблем, связанных с преждевременной обводнённостью, является одной из наиболее важных задач.

Скважины № 1209, 1301, 1302, 1303, 1304, 1306, 1402, 1404, 1406, 1603, 2103, 6801, 11105, 11007, 11106, 11110 и 11208 рекомендуются в качестве кандидатов к проведению ГТМ. В качестве комплексного решения предлагается использование технологии одновременного сбора воды (ОСВ).

Система ОСВ имеет множество преимуществ как с технологической, так и с экономической стороны:

- использование доступного давления газа (каким бы низким оно ни было) в качестве подъёмной силы воды;
- независимость от внешнего источника питания;
- отсутствие затрат на электроэнергию;
- отсутствие последствий потери мощности;
- отсутствие препятствий или движущихся частей внутри скважины;
- непрерывная добыча газа;
- простота аппаратного обеспечения.

Также систему ОСВ можно использовать в совокупности с другими технологиями.

Расчёт технологических параметров и эффективности системы одновременного сбора воды

Чтобы систему ОСВ применить к условиям эксплуатации скважин рассматриваемого НГКМ, необходимо спроектировать её компоновку. При проектировании системы основная проблема заключается в нахождении предпочтительного расстояния между станциями накопления воды, чтобы обеспечить выгрузку всей добытой воды при использовании наименьшего количества станций. Для потока воды по трубам, если трение игнорируется, то максимальное расстояние между каждыми двумя последовательными станциями Δh рассчитывается по следующей формуле:

$$\Delta h = \frac{P_1 - P_2}{\rho \cdot g}, \quad (1)$$

где P_1 – входное давление (давление на нижнем модуле), Па; P_2 – выходное давление (давление на верхнем модуле, которое в момент перекачки равно атмосферному, так как межтрубное и трубное пространство не сообщаются), Па; ρ – плотность воды, кг/м^3; g – ускорение свободного падения, м/с^2.

Общий объём воды, накапливающейся в модуле коллекторе до момента её вытеснения на станцию подачи, равен V_c, который представляет собой эффективный объём модуля (объём корпуса минус объём, занимаемый газовой и водяной трубками, а также поплавком и клапаном).

В модуле ОСВ для данного диаметра трубы должен быть определённый расход, связанный с указанным выше расстоянием между станциями. Однако в реальных условиях возникает трение о поток воды в трубе, что приводит к потере напора и, следовательно, к снижению расхода. Чтобы поддерживать ту же скорость разгрузки, что и в случае без трения, необходимо либо уменьшить расстояние между двумя станциями, либо увеличить диаметр водяной трубы. В данной технологии предполагается фиксированный (выбранный) диаметр водяной трубы. Вода будет накапливаться в коллекторном модуле со скоростью, пропорциональной дебиту воды по скважине. Предполагая, что расход воды, добываемый скважиной, равен $q_{воды}$, выводятся следующие уравнения:

$$V_{мод} = q_{воды} \cdot t_1, \quad (2)$$

где $V_{мод}$ – рабочий объём модуля, м^3; $q_{воды}$ – расход воды по газовой скважине, м^3/с; t_1 – время, необходимое для того, чтобы вода, накопленная в модуле, достигла уровня, необходимого для открытия выпускного клапана, с.

Когда вода достигает своего максимального уровня в коллекторном модуле, выпускной клапан в ней открывается, и вода начинает поступать на станцию подачи выше. В течение этого времени вода продолжает поступать в коллекторный модуль. Поток воды из него прекращается, когда поплавок опускается достаточно, чтобы закрыть выпускной клапан. Следовательно, общий объём воды, выталкиваемой из коллекторного клапана в каждом цикле, больше, чем эффективный объём коллекторной станции. Уравнение (3) показывает общий объём, передаваемый от коллектора к станции подачи в каждом цикле:

$$V_2 = q_{воды} \cdot t_1 + q_{воды} \cdot t_2 , \quad (3)$$

где V_2 – объём воды, поступающий в следующий модуль, м^3; t_2 – время, необходимое для слива воды из коллекторного модуля в расположенную над ним станцию подачи воды, с.

Важно, что эффективный объём станции подачи должен быть, по крайней мере, равен V_2, поэтому её объём всегда будет больше объёма модуля коллектора.

Количество открытий/закрытий модулей в течение 1 дня (т.е. частота f) определяется как

$$f = \frac{84600}{t_1 + t_2} . \quad (4)$$

В уравнениях (3) и (4) значение t_1 является фиксированным и зависит от эффективного объёма коллекторного модуля и скорости притока воды, а значение t_2 зависит от расхода воды из модулей. Этот расход будет зависеть от расстояния до станций (если диаметр водяной трубы фиксирован). Приняв решение о желаемой частоте работы системы, можно определить t_2, скорость истечения и расстояние между модулями. Для повышения надёжности системы частота открытия/закрытия клапанов должна быть как можно ниже.

Расстояние между двумя последовательными модулями при трении может быть смоделировано следующим образом. Из уравнения Бернулли имеем:

$$\frac{V_1^2}{2 \cdot g} + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + Z_1 + h_н = \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + Z_2 + h_{тр} , \quad (5)$$

где P_1 – давление на входе, Па; P_2 – давление на выходе, Па; V_1 – средняя скорость на входе, м/с; V_2 – средняя скорость на выходе, м/с; Z_1 – высота на входе, м; Z_2 – высота на выходе, м; $h_н$ – напор насоса, м; $h_{тр}$ – потеря напора на трение, м.

Поскольку вода – это несжимаемая жидкость, то $V_1 = V_2$. Следовательно, уравнение (5) может быть записано как:

$$\Delta Z = \frac{P_1 - P_2}{\rho \cdot g} - h_н + h_{тр} . \quad (6)$$

Для потока в трубе потери напора на трение ньютоновской несжимаемой жидкости определяются по формуле:

$$h_{тр} = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} , \quad (7)$$

где λ – гидравлический коэффициент трения; L – длина трубы, м; v – средняя скорость потока, полученная из $\frac{4 \cdot q_2}{\pi \cdot d_w^2}$, м/с; D – диаметр трубы, который в данном случае равен d_w, м.

Из уравнения (7) выводится формула потери давления $\Delta P_{тр}$, Па:

$$\Delta P_{mp} = \rho \cdot g \cdot h_{mp} = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \quad (8)$$

где гидравлический коэффициент трения является функцией числа Рейнольдса Re:

$$\mathrm{Re} = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}, \quad (9)$$

где μ – динамическая вязкость жидкости.

Для гидравлически гладких труб по формуле Блазиуса [22]:

$$\lambda = \frac{0{,}3164}{\sqrt[4]{\mathrm{Re}}}. \quad (10)$$

Для дальнейшего расчёта необходимо определить давление внутри лифтовой колонны на конкретных участках. Для этого можно воспользоваться инструкцией Р Газпром 086-2020. Давление, приведённое к определённой глубине наклонно-направленной скважины, рассчитывается по формуле:

$$P_i = \left[P_{уст}^2 \cdot e^{2 \cdot S} + 9{,}9143 \cdot 10^3 \cdot \lambda \cdot \frac{z_{ср}^2 \cdot T_{ср}^2}{d^5} \cdot \left(e^{2 \cdot S} - 1\right) \cdot Q^2 \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (11)$$

где P_i – давление, приведённое к определённой гипсометрической отметке, Па; $P_{уст}$ – давление на устье, Па; λ – безразмерный коэффициент гидравлического трения; $z_{ср}$ – среднее значение коэффициента сверхсжимаемости газа по стволу скважины; $T_{ср}$ – среднее значение температуры газа по стволу скважины, °K; d – внутренний диаметр НКТ, м; Q – дебит скважины при стандартных условиях, м^3/с; S – показатель, расчёт которого представлен далее:

$$S = \frac{0{,}3419 \cdot \rho_{отн} \cdot H_i}{z_{ср} \cdot T_{ср}}, \quad (12)$$

где $\rho_{отн}$ – относительная плотность газа по воздуху; H_i – высота, к которой приводится давление.

Далее необходимо определить коэффициент гидравлического сопротивления λ. Основными параметрами, от которых зависит коэффициент λ, являются число Рейнольдса и относительная шероховатость ε, которые определяются по следующим формулам:

$$\mathrm{Re} = 17{,}77 \cdot \frac{Q \cdot \rho_{отн}}{d \cdot \mu}; \quad (13)$$

$$\varepsilon = \frac{2 \cdot l_к}{d}, \quad (14)$$

где μ – динамическая вязкость газа, Па · с; $l_к$ – абсолютная шероховатость поверхности труб, м.

При больших расходах, характерных для газовых и газоконденсатных скважин, наступает так называемая *турбулентная автомодельность* [23], когда λ не зависит от Re и определяется по формуле:

$$\lambda = \left[\frac{1}{2 \cdot \ln\left(\frac{7{,}41}{\varepsilon} \right)} \right]^2 . \qquad (15)$$

Подтвердить наличие данного режима течения можно по рисунку 1. По относительной шероховатости и линии 3 определяется максимальное число Рейнольдса, до которого наблюдается переходный турбулентный режим, а после – турбулентная автомодельность. Также по рисунку 1 можно определить коэффициент гидравлического сопротивления при известных Re и ε.

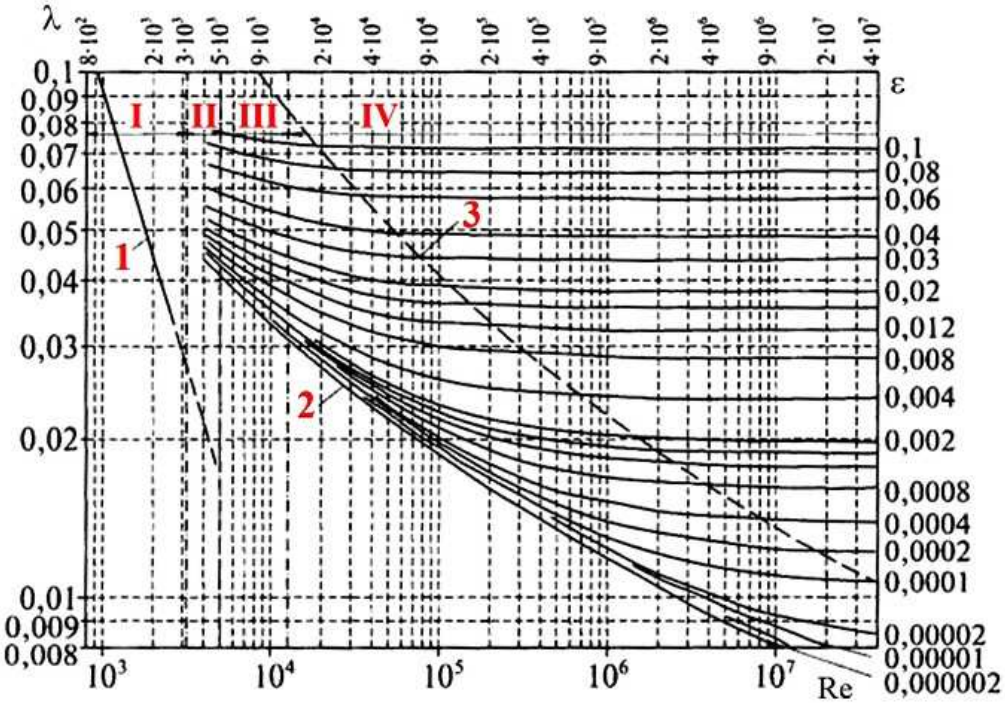


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления лифтовых труб с различными относительными шероховатостями от числа Рейнольдса:
I–IV – области: I – ламинарного течения; II – критическая;
III – переходная турбулентная; IV – турбулентной автомодельности;
1 – ламинарный режим; 2 – турбулентное течение в гладких трубах;
3 – граница зоны, где λ не зависит от Re

Далее приведён пример расчёта для скважины № 1306 рассматриваемого НГКМ, основанный на известных исходных данных (табл. 3).

Таблица 3 – Исходные данные по скважине № 1306

давление на устье $P_{уст}$, МПа	8,54
относительная плотность газа по воздуху $\rho_{отн}$	0,5695
среднее значение коэффициента сверхсжимаемости газа по стволу скважины $z_{ср}$	0,85
среднее значение температуры газа по стволу скважины $T_{ср}$, °К	297,1
внутренний диаметр НКТ d, м	0,1
дебит скважины при стандартных условиях Q, тыс. м^3/сут.	335
динамическая вязкость газа μ, мПа · с	0,014
расход воды, добываемой скважиной, $q_{воды}$, м^3/сут.	0,4

Сначала рассчитывается коэффициент S для глубины 1000 м по формуле (12), так как самый нижний модуль коллектора воды в соответствии с технологией располагается именно на этой глубине:

$$S = \frac{0{,}3419 \cdot \rho_{отн} \cdot H_i}{z_{ср} \cdot T_{ср}} = \frac{0{,}3419 \cdot 0{,}5695 \cdot 1000}{0{,}85 \cdot 297{,}1} = 0{,}771 .$$

Далее для определения режима течения рассчитывается число Рейнольдса Re по формуле (13):

$$\mathrm{Re} = 17{,}77 \cdot \frac{Q \cdot \rho_{отн}}{d \cdot \mu} = 17{,}77 \cdot \frac{335 \cdot 0{,}5695}{0{,}1 \cdot 0{,}014} = 2421575 .$$

Для определения максимального значения числа Рейнольдса, до которого наблюдается переходный турбулентный режим, а после – турбулентная автомодельность, рассчитывается относительная шероховатость по формуле (14):

$$\varepsilon = \frac{2 \cdot l_к}{d} = \frac{2 \cdot 0{,}00015}{0{,}1} = 0{,}003 ,$$

где $l_к$ = 0,00015 м для горячекатанных стальных труб.

По рисунку 18 максимальное значение числа Рейнольдса до перехода к турбулентной автомодельности при ε = 0,003 равно 10^6, т.е. турбулентная автомодельность наблюдается, следовательно, λ не зависит от Re и рассчитывается по формуле (15):

$$\lambda = \left[\frac{1}{2 \cdot \ln\left(\frac{7{,}41}{\varepsilon}\right)} \right]^2 = \left[\frac{1}{2 \cdot \ln\left(\frac{7{,}41}{0{,}003}\right)} \right]^2 = 0{,}004 .$$

Рассчитывается приведённое к глубине давление по формуле (11):

$$P_i = \left[P_{уст}^2 \cdot e^{2 \cdot S} + 9{,}9143 \cdot 10^3 \cdot \lambda \cdot \frac{z_{ср}^2 \cdot T_{ср}^2}{d^5} \cdot \left(e^{2 \cdot S} - 1\right) \cdot Q^2 \right]^{\frac{1}{2}} =$$

$$= \left[\left(8{,}5 \cdot 10^6\right)^2 \cdot e^{2 \cdot 0{,}771} + 9{,}9143 \cdot 10^3 \cdot 0{,}004 \cdot \frac{0{,}85^2 \cdot 297{,}1^2}{0{,}1^5} \cdot \left(e^{2 \cdot 0{,}771} - 1\right) \cdot 335^2 \right]^{\frac{1}{2}} = 9{,}256 \text{ МПа.}$$

Далее рассчитываются параметры подъёма воды по водяной трубке от модуля коллектора до первого модуля подачи воды.

При объёме $V_{мод}$, равном 10 л (или 0,01 $м^3$), время его заполнения рассчитывается из формулы (2):

$$t_1 = \frac{V_{мод}}{q_{воды}} = \frac{0{,}01 \cdot 86400}{0{,}4} = 2160 \text{ с.}$$

При опорожнении коллектора за 30 с (t_2) общий объём жидкости, поступающий в модуль подачи, рассчитывается по формуле (3):

$$V_2 = q_{воды} \cdot t_1 + q_{воды} \cdot t_2 = \frac{0{,}4 \cdot 2160}{86400} + \frac{0{,}4 \cdot 30}{86400} = 10{,}139 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Таким образом, объём первого модуля подачи воды принимается равным 10,2 л. Далее рассчитывается расход и скорость потока воды по водяной трубке при условии, что диаметр трубки D равен 1 см (или 0,01 м):

$$q = \frac{V_2}{t_2} = \frac{10{,}139 \cdot 10^{-3}}{30} = 0{,}338 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с};$$

$$v = \frac{4 \cdot q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0{,}338 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0{,}01} = 4{,}303 \text{ м/с}.$$

Рассчитывается число Рейнольдса Re по формуле (9) при условии, что плотность воды равна 1000 кг/м^3, а динамическая вязкость – 0,001 Па · с:

$$\mathrm{Re} = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{1000 \cdot 4{,}303 \cdot 0{,}01}{0{,}001} = 43030.$$

По формуле (10) рассчитывается коэффициент гидравлического сопротивления:

$$\lambda = \frac{0{,}3164}{\sqrt[4]{\mathrm{Re}}} = \frac{0{,}3164}{\sqrt[4]{43030}} = 0{,}022.$$

Так как значение глубины установки следующего модуля участвует как в расчётах давления газа на этой глубине, так и в потерях напора при подъёме воды по водяной трубке, в следующих расчётах оно задано примерно, а затем подбиралось его оптимальное значение с помощью табличного процессора Excel [24]. Нет необходимости находить абсолютно точное значение, так как его будет невозможно достичь при установке модулей непосредственно в скважину.

Таким образом, при установке первого модуля подачи воды на глубину 700 м потери напора на трение рассчитываются по формуле (7):

$$h_{mp} = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0{,}022 \cdot \frac{300}{0{,}01} \cdot \frac{4{,}303^2}{2 \cdot 9{,}81} = 622{,}86 \text{ м}.$$

Общие потери напора:

$$\Delta h = \Delta Z + h_{mp} = 300 + 622{,}86 = 922{,}86 \text{ м}.$$

Перевод потерь в размерность давления:

$$\Delta P = \Delta h \cdot \rho \cdot g = 922{,}86 \cdot 1000 \cdot 9{,}8 = 9044028 \text{ Па} \approx 9{,}044 \text{ МПа}.$$

Полученное значение меньше давления газа на глубине 1000 м (P = 9,256 МПа), это означает, что давления достаточно для подъёма воды на высоту 700 м.

Аналогичным образом производится расчёт давления газа на глубине 700 м и высоты, на которую вода из первого модуля подачи может быть доставлена. Результаты расчётов приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Итоги расчётов системы ОСВ по скважине № 1306

Порядковый номер модуля (начиная с самого «глубокого»)	1	2	3	4
Глубина установки модуля, м	1000	700	415	140
Давление газа, приведённое на глубину установки модуля, МПа	9,26	9,04	8,83	8,63
Потери напора на трение в водяной трубке, м	622,86	611,42	610,09	320,98
Общие потери напора в водяной трубке, м	922,86	896,42	885,09	460,98
Потери давления, МПа	9,04	8,79	8,68	4,52

Далее приводятся результаты расчётов для некоторых «проблемных» скважин, а именно скважины № 1304 и 11203.

Таблица 5 – Исходные данные по скважине № 1304

давление на устье $P_{уст}$, МПа	7,44
относительная плотность газа по воздухуротн	0,5695
среднее значение коэффициента сверхсжимаемости газа по стволу скважины $z_{ср}$	0,86
среднее значение температуры газа по стволу скважины $T_{ср}$, °К	296,7
внутренний диаметр НКТ *d*, м	0,1
дебит скважины при стандартных условиях *Q*, тыс. м^3/сут.	295
динамическая вязкость газа μ, мПа · с	0,014
расход воды, добываемой скважиной, qводы, м^3/сут.	0,6

Таблица 6 – Итоги расчётов системы ОСВ по скважине № 1304

Порядковый номер модуля (начиная с самого «глубокого»)	1	2	3	4	5
Глубина установки модуля, м	1000	740	490	255	30
Давление газа, приведённое на глубину установки модуля, МПа	8,06	7,89	7,74	7,59	7,46
Потери напора на трение в водяной трубке, м	545,52	542,66	527,37	521,71	71,83
Общие потери напора в водяной трубке, м	805,52	792,66	762,37	746,71	101,82
Потери давления, МПа	7,90	7,78	7,48	7,33	1,00

Таблица 7 – Исходные данные по скважине № 11203

давление на устье $P_{уст}$, МПа	8,25
относительная плотность газа по воздухуротн	0,5695
среднее значение коэффициента сверхсжимаемости газа по стволу скважины $z_{ср}$	0,85
среднее значение температуры газа по стволу скважины $T_{ср}$, °К	303,2
внутренний диаметр НКТ *d*, м	0,1
дебит скважины при стандартных условиях Q, тыс. м^3/сут.	395
динамическая вязкость газа μ, мПа · с	0,014
расход воды, добываемой скважиной, $q_{воды}$, м^3/сут.	0,6

Таблица 8 – Итоги расчётов системы ОСВ по скважине № 11203

Порядковый номер модуля (начиная с самого «глубокого»)	1	2	3	4
Глубина установки модуля, м	1000	710	435	170
Давление газа, приведённое на глубину установки модуля, МПа	8,95	8,74	8,55	8,36
Потери напора на трение в водяной трубке, м	608,47	596,92	594,70	394,18
Общие потери напора в водяной трубке, м	898,47	871,92	859,70	564,18
Потери давления, МПа	8,81	8,55	8,43	5,53

Таким образом, для обеспечения работы системы одновременного сбора воды в скважинах № 1306 и 11203 достаточно установить 4 модуля (1 модуль коллектора воды и 3 модуля подачи воды) – тем самым можно обеспечить доставку собираемой воды на поверхность. В скважине № 1304 необходима установка 5 модулей системы ОСВ. Это обусловлено меньшим давлением газа в лифтовых трубах, однако это никак не препятствует возможности применения технологии.

Эффективность технологии заключается в том, что в скважинах № 1304, 1306 и 11203 вода, конденсирующаяся в потоке газа, или капельная вода, захваченная им и оседающая на стенках лифтовых труб, в объёме 0,6 м^3/сут., 0,4 м^3/сут. и 0,6 м^3/сут. соответственно будет собрана и доставлена на поверхность за счёт энергии газа. В противном случае вода попала бы на забой скважины и, скопившись там, привела бы к задавливанию скважины. Эффективность сбора и подъёма воды может быть и выше, при этом изменится только частота работы системы.

Данную технологию можно применить к скважинам, на которых возникают проблемы, связанные со скапливанием воды на забое и которые приводят к их самозадавливанию [25–27]. Однако рекомендуется установка системы одновременного сбора

воды на всём эксплуатационном фонде скважин, так как в дальнейшем это поможет снизить риск возникновения осложнений и, как следствие, снизить время простоя скважин, необходимое для их обслуживания.

Моделирование процесса работы системы одновременного сбора воды

Для проектирования и строительства реальных полномасштабных систем ОСВ, которые будут внедрены в реальных газовых скважинах, разработан новый виртуальный симулятор в программной среде Visual Basic.NET [28], который может быть сконфигурирован для текущего состояния скважины (включая профиль давления и глубину). С помощью этого тренажёра можно определить общее количество необходимых модулей подачи воды, длину (и, следовательно, вместимость) модулей, а также соответствующие расстояния между модулями. Программное обеспечение для моделирования также отображает анимацию потока и накопления воды во всех модулях системы ОСВ.

Входные значения виртуального симулятора включают свойства газовой скважины и физическую геометрию системы ОСВ. Набор данных, характеризующий газовую скважину, включает в себя следующие свойства:

- давление на коллекторе;
- давление на устье скважины;
- атмосферное давление;
- глубина установки модуля коллектора.

Настраиваемые параметры ОСВ:

- диаметр водяной трубки;
- диаметр НКТ (в данном случае устанавливался в соответствии с компоновкой скважины);
- диаметр корпусов модулей;
- частота открытий/закрытий.

Моделирование динамически отслеживает количество воды, добытой из газовой скважины, и статус каждого модуля. Результаты моделирования по рассчитанным ранее скважинам приведены на рисунках 2–4.

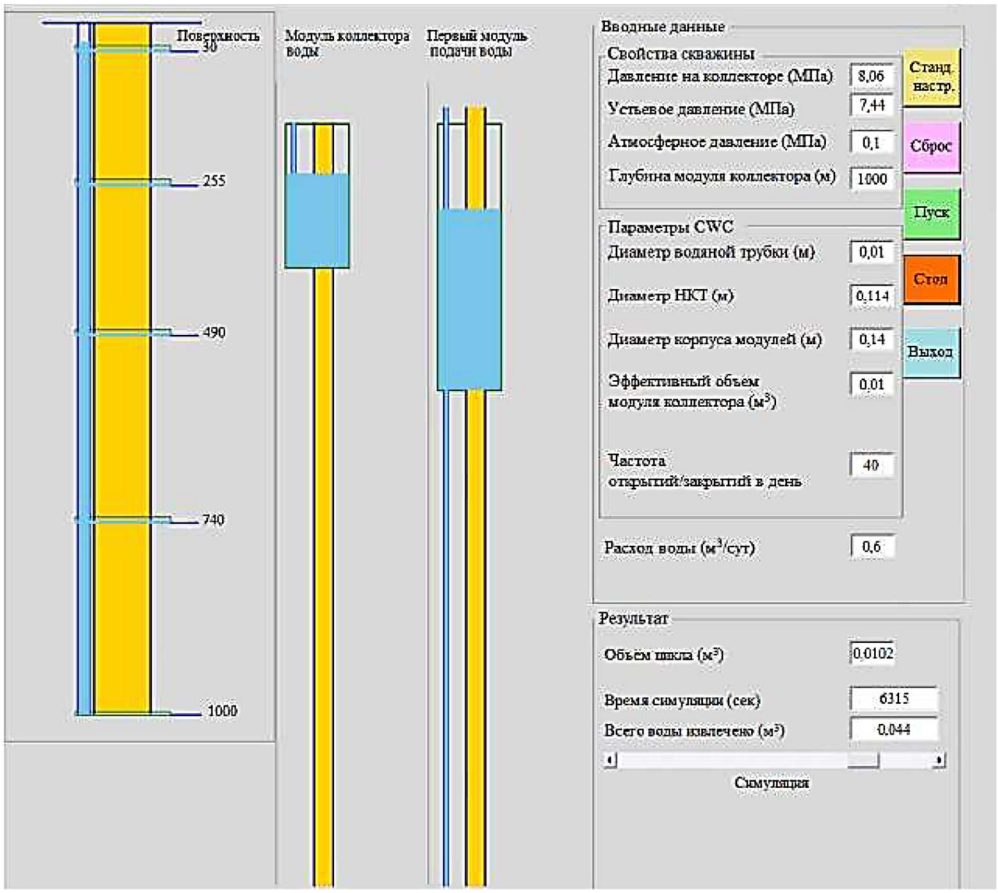


Рисунок 2 – Моделирование системы ОСВ на скважине № 1304

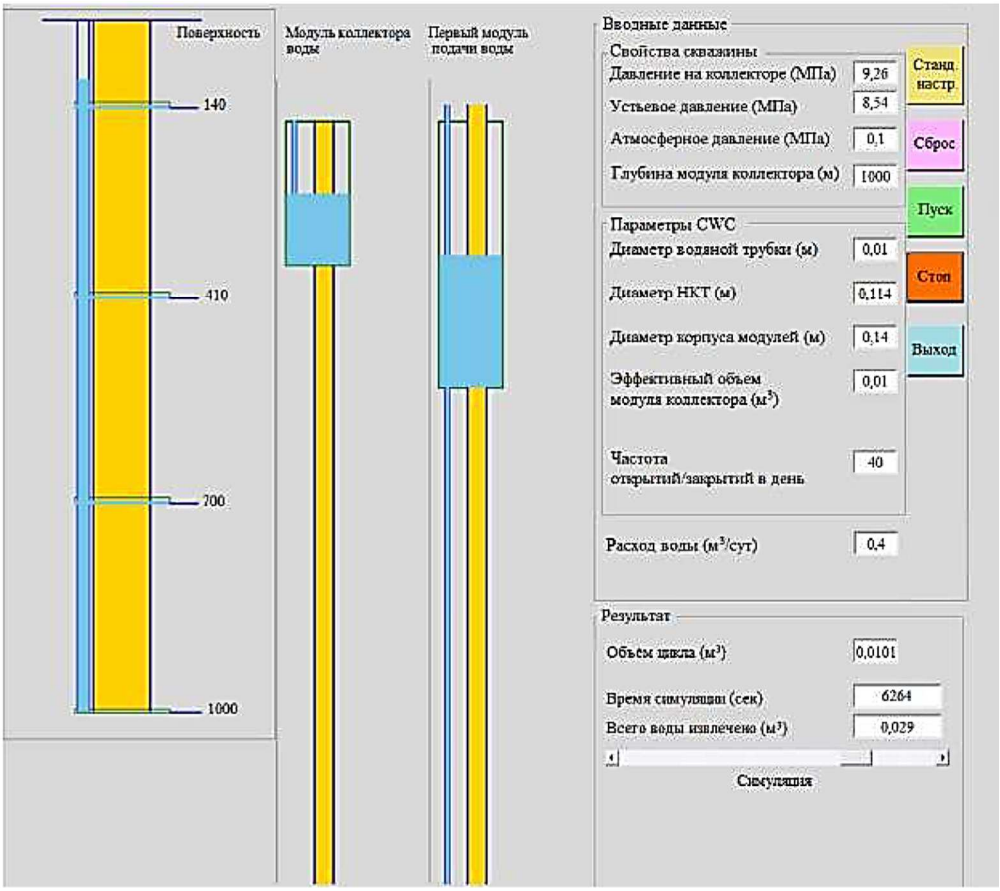


Рисунок 3 – Моделирование системы ОСВ на скважине № 1306

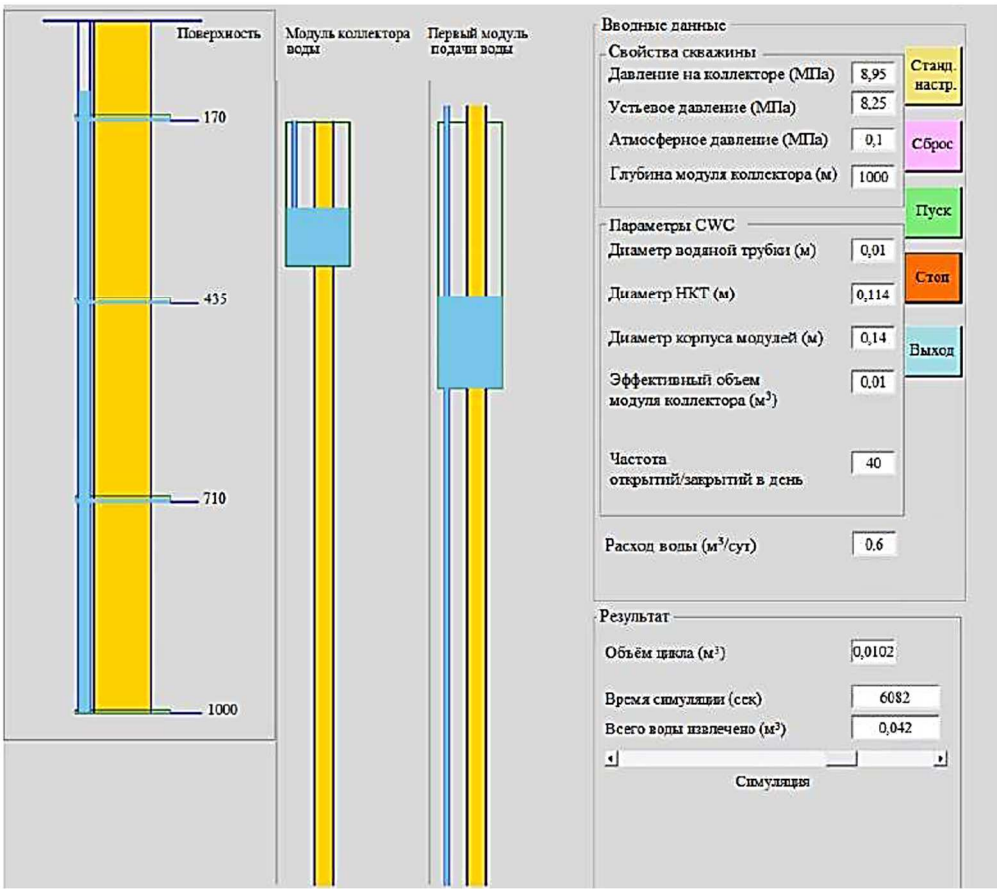


Рисунок 4 – Моделирование системы ОСВ на скважине № 11203

Как видно из результатов моделирования, глубина установки модулей, полученная на этапе расчёта системы, соответствует полученной в ходе моделирования, следовательно, компоновка системы рассчитана верно.

Также стоит отметить, что при повышении количества воды, которое собирается в коллекторе, рассчитанная система сможет функционировать. Так как внутренний объём модулей будет заполняться быстрее, увеличится лишь частота открытий/закрытий клапанов.

Заключение

В статье НГКМ рассмотрено в качестве примера месторождения, на котором производится эксплуатация нефтегазоконденсатных скважин в условиях преждевременного обводнения.

По результатам анализа материалов и исследований по выбранной проблематике можно сделать вывод, что, прежде всего, необходимо правильно определить источник обводнения.

Источники классифицируются следующим образом:

- источники, связанные с геологическим строением залежей и его особенностями;
- источники, связанные с процессом разработки;
- технические источники обводнения.

После выявления источника поступления воды выбирается способ его изоляции, проводятся ремонтно-изоляционные работы, например, с помощью гелеобразующих составов. Если же изоляция невозможна или нецелесообразна, например, если основной источник воды – вода, конденсирующаяся при подъёме газа, различными способами обеспечивают вынос скапливающейся воды, например, с помощью плунжер-лифта и расходомера с управляющим алгоритмом и/или с помощью метода одновременного сбора воды.

В качестве основного технологического решения выбрана именно система ОСВ, так как она имеет множество преимуществ.

В ходе расчётов определена компоновка системы ОСВ для трёх обводняющихся скважин. Установка системы ОСВ рекомендуется не только на рассмотренных скважинах, но и на всём эксплуатационном фонде, так как в дальнейшем это поможет снизить риск возникновения осложнений и, как следствие, снизить время простоя скважин, необходимое для их обслуживания.

Литература

1. Алифов С.Г. Геологическое строение Бованенковского месторождения и залежей // Опыт, актуальные проблемы и перспективы развития нефтегазового комплекса: материалы Международной научно-практической конференции обучающихся, аспирантов и учёных (20 апреля 2017 года, г. Нижневартовск). – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. – Т. 2. – С. 72–76.
2. Киселёва А.М. Влияние распределения фильтрационно-емкостных свойств на объем и локализацию запасов газа пласта ПК1 Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения / А.М. Киселёва, И.А. Лебедева // Современные методы комплексного моделирования разработки газовых и нефтегазоконденсатных месторождений: тезисы докладов II научно-технической конференции (11–15 сентября 2023 года, г. Сочи). – М. : ООО «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий – Газпром ВНИИГАЗ», 2023. – С. 6–7.
3. Структурно-литолого-флюидальная модель уникальной газовой залежи горизонта ТП1-6 Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения / Е.Е. Поляков [и др.] // Научно-технический сборник «Вести газовой науки». – 2023. – № 1(53). – С. 127–136.
4. Аванесян Э.А. Взаимосвязь неотектоники с глубинными газодинамическими свойствами пластов-коллекторов в залежи ТП1-6 Бованенковского НГКМ / Э.А. Аванесян, Ю.А. Перемышцев // Новые технологии в газовой промышленности (газ, нефть, энергетика): тезисы докладов XIII Всероссийской конференция молодых учёных, специалистов и студентов (22–25 октября 2019 года, г. Москва). – М. : Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, 2019. – С. 39–41.

5. Исмаилов А.И. О выводе на оптимальный режим работы оборудования на газовом промысле № 3 Бованенковского НГКМ / А.И. Исмаилов, В.Б. Мельников // Губкинский университет в решении вопросов нефтегазовой отрасли России: Сборник докладов III Региональной научно-технической конференции, посвящённой 110-летию А.И. Скобло и 105-летию Г.К. Шрейбера (24–26 сентября 2019 года, г. Москва). – М. : Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, 2019. – 83 с.
6. Влияние геолого-геохимических условий формирования залежей на состав и свойства углеводородных флюидов (на примере Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения) / Е.В. Соболева [и др.] // Георесурсы. – 2019. – Т. 21. – № 2. – С. 190–202. DOI: 10.18599/grs.2019.2.190-202
7. Бекетов С.Б. Анализ показателей работы фонда скважин нефтегазоконденсатного месторождения / С.Б. Бекетов, А.Е. Верисокин, Д.Н. Зайченко // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2026. – № 2(398). – С. 68–73.
8. Зольников Д.Н. Осложнения при эксплуатации скважин сеноман-аптских пластов Бованенковского месторождения, вызванные сложными геокриологическими условиями // Материалы XXII Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных, аспирантов и студентов с международным участием в г. Нерюнгри, посвящённой 30-летнему юбилею Технического института (филиала) СВФУ им. М.К. Аммосова (28–29 октября 2022 года, г. Нерюнгри). – Якутск : Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, 2022. – С. 137–140.
9. Малюков В.П. Технологии предотвращения возможных осложнений на скважинах Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения на Крайнем Севере / В.П. Малюков, М.К. Хадзиев // Инновации в технологиях и образовании: Сборник статей участников IX Международной научно-практической конференции (17–18 марта 2017 года, г. Белово). – Белово : Издательство филиала КузГТУ в г. Белово, 2017. – Ч. 1. – С. 91–97.
10. Ипполитов А.А. Особенности геологического строения Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения / А.А. Ипполитов, А.А. Хайруллин // Научный форум. Сибирь. – 2015. – № 1. – С. 43–45.
11. Штоль К.В. Флюидодинамическая интерпретация сейсмических и скважинных данных Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения / К.В. Штоль, А.А. Сподобаев, А.А. Нежданов // Научно-технический сборник «Вести газовой науки». – 2024. – № 4(60). – С. 108–120.
12. Петрушин Е.О. Разработка методики по оптимизации исследований скважин с целью контроля за разработкой нефтегазоконденсатного месторождения / Е.О. Петрушин, А.С. Арутюнян // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2025. – № 4(388). – С. 52–63.
13. Создание комплексной геолого-технической модели для повышения эффективности разработки III эксплуатационного объекта нефтегазоконденсатного месторождения / Н.Х. Жарикова [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 2. – С. 274–299.
14. Константинов Д.Е. Анализ текущего состояния разработки Бованенковского месторождения // Синтез науки и общества в решении глобальных проблем современности: сборник статей Международной научно-практической конференции (08 июня 2017 года, г. Стерлитамак). – Уфа : ООО «Агентство международных исследований», 2017. – С. 129–131.
15. Современная геодинамика Бованенковского месторождения и оценка геодинамических рисков при проектировании его обустройства / Н.А. Касьянова [и др.]// Газовая промышленность. – 2009. – № 5(631). – С. 36–39.
16. Сесь К.В. Структура гидродинамического поля Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2015. – Т. 2. – № 1. – С. 162–166.
17. Кусов Г.В. Анализ системы сбора и подготовки газа Бованенковского месторождения / Г.В. Кусов, О.В. Савенок // Знание. – 2016. – № 11-2(40). – С. 22–29.
18. Способы повышения продуктивности скважин при разработке Бованенковского месторождения / Е.В. Паникаровский [и др.] // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2019. – № 5(137). – С. 88–99.
19. Корректировка показателей пластового давления при разработке Бованенковского месторождения / Р.Г. Бочков [и др.] // Естественные и технические науки. – 2019. – № 1(127). – С. 68–71.
20. Повышение эффективности разработки нефтегазоконденсатного месторождения в условиях самозадавливания газовых скважин / Н.Х. Жарикова [и др.] // Булатовские чтения. – 2025. – Т. 1. – С. 167–178.
21. Плазун А.В. Результаты проведения ВИР на скважинах Бованенковского месторождения / А.В. Плазун, Е.И. Инякина // Научный форум. Сибирь. – 2022. – Т. 8. – № 2. – С. 32–34.

22. Варин В.П. Локализация подвижных особенностей уравнения Блазиуса // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2025. – Т. 65. – № 10. – С. 1649–1661. DOI: 10.31857/S0044466925100037
23. Крестелев А.И. Автомодельность при решении задачи фильтрации флюида / А.И. Крестелев, А.М. Штеренберг // Нефтегазовые и химические технологии: сборник научных трудов по материалам IV Всероссийской научно-практической конференции (14–18 сентября 2007 года, г. Самара). – Самара : Самарский государственный технический университет, 2007. – С. 350–351.
24. Капитонов В.А. Сбор данных из файлов Excel и Word // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 3. – С. 124–134.
25. Березовский Д.А. Проблема «самозадавливания» скважин и пути её решения на примере Медвежьего месторождения / Д.А. Березовский, И.С. Матвеева, О.В. Савенок // Нефть. Газ. Новации. – 2016. – № 11. – С. 53–62.
26. Березовский Д.А. Состояние изученности проблемы эксплуатации газовых скважин с высокой вероятностью самозадавливания и методы её решения // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 3. – С. 97–118.
27. Анализ методов борьбы с самозадавливанием скважин на Ямбургском нефтегазоконденсатном месторождении и обоснование выбора технологии / Д.А. Березовский [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2024. – № 2(374). – С. 33–41.
28. Ожгибесов О.А. Использование скрипта в MS Visual Basic for Applications для автоматизации рабочих процессов интегрированного моделирования / О.А. Ожгибесов, Е.В. Соболева // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. – 2020. – Т. 2. – С. 307–313.

References

1. Alifov S.G. Geological structure of the Bovanenkovo field and deposits // Experience, current problems and prospects for the development of the oil and gas complex: Proceedings of the International scientific and practical conference of students, postgraduates and scientists (April 20, 2017, Nizhnevartovsk). – Tyumen : Tyumen Industrial University, 2017. – Vol. 2. – P. 72–76.
2. Kiseleva A.M. Influence of the distribution of filtration-capacitive properties on the volume and localization of gas reserves in the PK1 formation of the Bovanenkovo oil and gas condensate field / A.M. Kiseleva, I.A. Lebedeva // Modern methods of integrated modeling of gas and oil and gas condensate fields development: Abstracts of reports of the II scientific and technical conference (September 11-15, 2023, Sochi). – M. : OOO «Research Institute of Natural Gases and Gas Technologies – Gazprom VNII-GAZ», 2023. – P. 6–7.
3. Structural-lithological-fluid model of a unique gas reservoir of horizon TP1-6 of the Bovanenkovo oil and gas condensate field / E.E. Polyakov [et al.] // Scientific and technical collection «News of gas science». – 2023. – № 1(53). – P. 127–136.
4. Avanesyan E.A. Relationship between neotectonics and deep gas-dynamic properties of reservoirs in the TP1-6 deposit of the Bovanenkovskoye oil, gas, and condensate field / E.A. Avanesyan, Yu.A. Peremyshtsev // New technologies in the gas industry (gas, oil, energy): abstracts of reports of the XIII All-Russian Conference of Young Scientists, Specialists and Students (October 22–25, 2019, Moscow). – M. : Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), 2019. – P. 39–41.
5. Ismailov A.I. On bringing equipment to the optimal operating mode at gas field № 3 of the Bovanenkovskoye oil, gas, and condensate field / A.I. Ismailov, V.B. Melnikov // Gubkin University in solving issues of the oil and gas industry of Russia: Collection of reports of the III Regional scientific and technical conference dedicated to the 110th anniversary of A.I. Skoblo and the 105th anniversary of G.K. Schreiber (September 24–26, 2019, Moscow). – M. : Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), 2019. – 83 p.
6. The influence of geological and geochemical conditions of deposit formation on the composition and properties of hydrocarbon fluids (using the Bovanenkovo oil and gas condensate field as an example) / E.V. Soboleva [et al.] // Georesources. – 2019. – Vol. 21. – № 2. – P. 190–202. DOI: 10.18599/grs.2019.2.190-202
7. Beketov S.B. Analysis of the performance indicators of the well stock of an oil and gas condensate field / S.B. Beketov, A.E. Verisokin, D.N. Zaychenko // Construction of oil and gas wells onshore and offshore. – 2026. – № 2(398). – P. 68–73.
8. Zolnikov D.N. Complications during the operation of wells in the Cenomanian-Aptian formations of the Bovanenkovo field caused by complex geocryological conditions // Proceedings of the XXII All-Russian scientific and practical conference of young scientists, graduate students and students with international participation in Neryungri, dedicated to the 30th anniversary of the Tech-

nical Institute (branch) of NEFU named after M.K. Ammosov (October 28–29, 2022, Neryungri). – Yakutsk : North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, 2022. – P. 137–140.
9. Malyukov V.P. Technologies for preventing possible complications at wells of the Bovanenkovo oil and gas condensate field in the Far North / V.P. Malyukov, M.K. Khadziev // Innovations in technology and education: Collection of articles by participants of the IX International scientific and practical conference (March 17–18, 2017, Belovo). – Belovo : Publishing house of the Kuz-STU branch in Belovo, 2017. – Part 1. – P. 91–97.
10. Ippolitov A.A. Features of the geological structure of the Bovanenkovskoye oil and gas condensate field / A.A. Ippolitov, A.A. Khairullin // Scientific forum. Siberia. – 2015. – № 1. – P. 43–45.
11. Shtol K.V. Fluid-dynamic interpretation of seismic and well data of the Bovanenkovskoye oil and gas condensate field / K.V. Shtol, A.A. Spodobaev, A.A. Nezhdanov // Scientific and technical collection «News of gas science». – 2024. – № 4(60). – P. 108–120.
12. Petrushin E.O. Development of a methodology for optimizing well testing to monitor the development of an oil and gas condensate field / E.O. Petrushin, A.S. Arutyunyan // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2025. – № 4(388). – P. 52–63.
13. Creation of an integrated geological and technical model to improve the development efficiency of the third production facility of an oil and gas condensate field / N.Kh. Zharikova [et al.] // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2025. – № 2. – P. 274–299.
14. Konstantinov D.E. Analysis of the current state of development of the Bovanenkovo field // Synthesis of science and society in solving global problems of our time: collection of articles from the International scientific and practical conference (June 8, 2017, Sterlitamak). – Ufa : OOO «Agency for International Research», 2017. – P. 129–131.
15. Modern geodynamics of the Bovanenkovo field and assessment of geodynamic risks in the design of its development / N.A. Kasyanova [et al.] // Gas industry. – 2009. – № 5(631). – P. 36–39.
16. Ses' K.V. The structure of the hydrodynamic field of the Bovanenkovo oil and gas condensate field // Inter Expo Geo-Siberia. – 2015. – Vol. 2. – № 1. – P. 162–166.
17. Kusov G.V. Analysis of the gas gathering and treatment system of the Bovanenkovo field / G.V. Kusov, O.V. Savenok // Knowledge. – 2016. – № 11-2(40). – P. 22–29.
18. Methods for increasing well productivity during the development of the Bovanenkovo field / E.V. Panikarovsky [et al.] // News of higher educational institutions. Oil and gas. – 2019. – № 5 (137). – P. 88–99.
19. Correction of reservoir pressure indicators during the development of the Bovanenkovo field / R.G. Bochkov [et al.] // Natural and technical sciences. – 2019. – № 1(127). – P. 68–71.
20. Improving the efficiency of oil and gas condensate field development under conditions of self-destruction of gas wells / N.Kh. Zharikova [et al.] // Bulatov readings. – 2025. – Vol. 1. – P. 167–178.
21. Plazun A.V. Results of the VIR on wells of the Bovanenkovo field / A.V. Plazun, E.I. Inyakina // Scientific forum. Siberia. – 2022. – Vol. 8. – № 2. – P. 32–34.
22. Varin V.P. Localization of moving singularities of the Blasius equation // Journal of Computational Mathematics and Mathematical Physics. – 2025. – Vol. 65. – № 10. – P. 1649–1661. DOI: 10.31857/S0044466925100037
23. Krestelev A.I. Self-similarity in solving the fluid filtration problem / A.I. Krestelev, A.M. Shterenberg // Oil and gas and chemical technologies: collection of scientific papers based on the materials of the IV All-Russian scientific and practical conference (September 14–18, 2007, Samara). – Samara : Samara State Technical University, 2007. – P. 350–351.
24. Kapitonov V.A. Data Collection from Excel and Word Files // Bulatov Readings. – 2020. – Vol. 3. – P. 124–134.
25. Berezovsky D.A. The Problem of Well «Self-Destruction» and Ways to Solve It Using the Example of the Medvezhye Field / D.A. Berezovsky, I.S. Matveeva, O.V. Savenok // Oil. Gas. Innovations. – 2016. – № 11. – P. 53–62.
26. Berezovsky D.A. State of the Art of Understanding the Problem of Operating Gas Wells with a High Probability of Self-Destruction and Ways to Solve It // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2023. – № 3. – P. 97–118.
27. Analysis of methods for combating wellbore self-destruction at the Yamburg oil and gas condensate field and justification for the choice of technology / D.A. Berezovsky [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2024. – № 2(374). – P. 33–41.
28. Ozhgibesov O.A. Using a script in MS Visual Basic for Applications to automate integrated modeling workflows / O.A. Ozhgibesov, E.V. Soboleva // Problems of development of hydrocarbon and ore mineral deposits. – 2020. – Vol. 2. – P. 307–313.

УДК 628.34: 665.6

ХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

♦♦♦♦♦

CHEMICAL TREATMENT AND DISPOSAL OF WASTEWATER FROM OIL REFINERIES

Гребцова Софья Денисовна
студентка,
кафедра технологии нефти и газа,
Кубанский государственный технологический университет
grebtsova.06@mail.ru

Цыбульская Влада Олеговна
студентка,
кафедра технологии нефти и газа,
Кубанский государственный технологический университет
v.ilimunele@mail.ru

Гузик Татьяна Владимировна
кандидат химических наук,
доцент кафедры химии,
Кубанский государственный технологический университет
tanyag2005@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена обзору химических методов очистки и обезвреживания сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий. Рассмотрены основные методы: нейтрализация, коагуляция, флокуляция, химическое окисление, химическое восстановление и осаждение (преципитация). Для каждого метода приведены химические основы процесса, типичные реагенты и условия проведения. Эффективность методов проиллюстрирована примерами из патентной и научной литературы, которые подтверждают высокую степень удаления нефтепродуктов, фенолов, ионов тяжелых металлов.

Ключевые слова: сточные воды, химические методы очистки, нефтеперерабатывающие предприятия, нефтепродукты.

Grebtsova Sofya Denisovna
Student,
Department of Oil and Gas Technology,
Kuban State Technical University,
grebtsova.06@mail.ru

Tsybulskaya Vlada Olegovna
Student,
Department of Oil and Gas Technology,
Kuban State Technical University
v.ilimunele@mail.ru

Guzik Tatyana Vladimirovna
Candidate of Chemical Sciences,
Associate Professor
of the Department of Chemistry,
Kuban State Technological University
tanyag2005@mail.ru

Annotation. This article provides an overview of chemical methods for treating and neutralizing wastewater from oil refineries. The main methods discussed include neutralization, coagulation, flocculation, chemical oxidation, chemical reduction, and precipitation. For each method, the chemical principles of the process, typical reagents, and operating conditions are provided. The effectiveness of the methods is illustrated with examples from patent and scientific literature confirming high removal rates of petroleum products, phenols, heavy metal ions.

Keywords: wastewater, chemical treatment methods, oil refineries, petroleum products.

Ежегодно нефтеперерабатывающие предприятия образуют сотни тысяч кубометров сточных вод. Производственные сточные воды – это воды, использованные в технологическом процессе и подлежащие удалению с территории предприятий по причине несоответствия требованиям, предъявляемым к качеству воды для её повторного использования. Состав производственных сточных вод, образующихся на предприятиях разных отраслей промышленности, существенно отличается. Стоки, образующиеся при добыче, транспортировке, хранении и переработке нефти, состоят преимущественно из частиц жидкой фазы и нерастворимых минеральных частиц. Кроме того, они содержат ряд растворённых органических и неорганических соединений, а также поверхностно-активных веществ [1, с. 5].

Попадание необработанных сточных вод в реки, озера, моря и океаны приводит к их загрязнению, гибели экосистемы и сокращению запасов пресной воды. Именно поэтому очистка и обезвреживание сточных вод – обязательное условие деятельности любого промышленного предприятия.

К основным методам очистки относятся механический, химический и биологический. Однако наиболее востребованными на практике, особенно при работе со сложными многокомпонентными стоками нефтепереработки, являются химические методы очистки.

Первым из химических методов, рассматриваемых в данной работе, является нейтрализация сточных вод. Нейтрализация заключается в добавлении реагентов (известь, сода, кислота) или смешении кислых и щелочных вод для достижения pH=6,5–

8,5. На нефтеперерабатывающих заводах этот метод обязателен для стоков после сернокислотного алкилирования, защелачивания топлив и промывки оборудования. Конкретное техническое решение в области нейтрализации сточных вод НПЗ раскрыто в патенте, рассмотренном ниже.

В патенте RU2185336C1 [2] предложен способ нейтрализации промышленных стоков нефтегазовой отрасли. Традиционные технологии характеризуются многоступенчатостью, большими производственными площадями, высокими затратами и неполной глубиной очистки, а образующиеся шламы, как правило, сжигаются или вывозятся на свалки. Основное отличие предлагаемого изобретения – интенсификация нейтрализации за счёт перевода диффузионного типа переноса вещества в кинетический, что достигается обработкой стоков в рабочей зоне аппарата с вращающимся электромагнитным полем (установка активации процессов – УАП). Флокулянты или коагулянты вводят уже после такой обработки. Кроме того, полученный шлам не утилизируют, а смешивают с отработанными маслами до содержания воды 5–30 % и повторно пропускают через УАП, получая жидкое печное топливо или связующее для дорожных покрытий. Таким образом, изобретение позволяет перейти к одноступенчатой нейтрализации, сократить материальные и энергозатраты, уменьшить производственные площади и, что особенно важно, утилизировать шламы с получением полезного продукта.

В рассмотренном патенте коагулянты и флокулянты использовались как вспомогательное действие после нейтрализации для осаждения взвешенных частиц. Однако коагуляция может выступать и как самостоятельный химический метод очистки сточных вод. Коагуляция – это слипание частиц коллоидной системы при столкновениях в процессе теплового движения, перемешивания или направленного перемешивания во внешнем силовом поле [3, с. 23]. Чтобы вызвать коагуляцию коллоидных частиц, необходимо снизить величину их электрокинетического потенциала до критического значения добавлением ионов, имеющих положительный заряд. Данный метод лежит в основе ряда технических решений, направленных на очистку сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий. Один из таких способов защищён патентом RU2781007C1 [4]. Предлагаемое изобретение решает задачу повышения степени извлечения загрязнений и сокращения расхода реагентов. Технический результат достигается за счёт автоматического управления скоростью вращения конусной мешалки в камере хлопьеобразования. Устройство (рис. 1) состоит из камеры хлопьеобразования 1 с конусной мешалкой 2, вращающейся с помощью мотор-редуктора 3 с заданной частотой. При измерении анализатором 4 концентрации взвешенных веществ и анализатором 6, установленном на выходе из отстойника 5, мутности с заданным интервалом времени выполняется сравнение полученных величин с эталонными значениями. Если текущая величина отличается от эталонной, то скорость вращения мешалки 2 корректируется по заданному алгоритму. Благодаря отрицательной обратной связи по прямым показателям эффективности коагуляции, система автоматически поддерживает оптимальное поле скоростей в камере независимо от расхода воды. Это позволяет не только повысить степень извлечения загрязнений, но и сократить дозировку коагулянтов и флокулянтов.

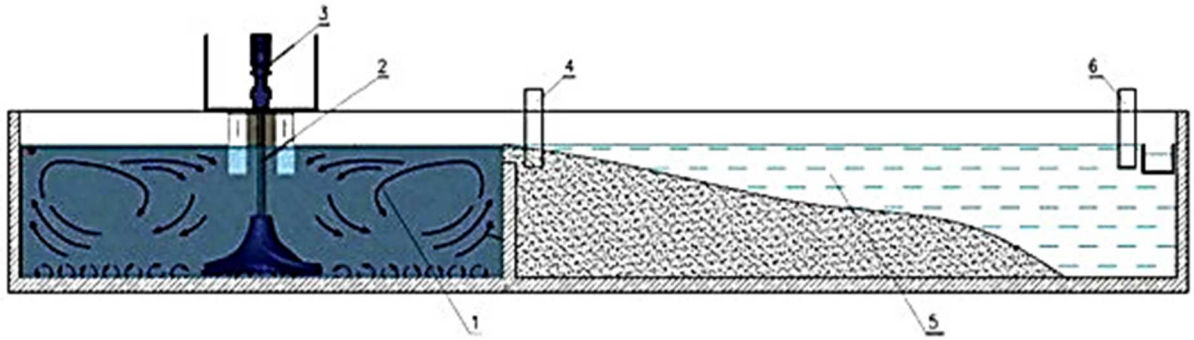


Рисунок 1 – Устройство коагуляции загрязнений природных и сточных вод

Наряду с совершенствованием оборудования, важнейшее направление – создание безопасных и регенерируемых коагулирующих реагентов. Традиционные коагулянты на основе солей алюминия токсичны, так как алюминий относится ко 2-му классу

опасности, а их шламы трудно утилизировать. Общий недостаток всех известных коагулянтов – невозможность их регенерации.

В патенте RU2535858C1 [5] предложен принципиально новый коагулянт – водно-щелочной раствор низкозамещённой (5–25 %) карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) со степенью полимеризации 90–400 ед., концентрацией 3–8 % и pH не менее 9. КМЦ получают из природной целлюлозы обработкой щёлочью и монохлоруксусной кислотой. Механизм коагуляции основан на том, что коллоидные частицы низкозамещённой КМЦ имеют большую удельную поверхность, адсорбируют капли нефти, ионы металлов, неорганические частицы и малые молекулы. При этом они теряют коллоидную стабильность, а после снижения pH до 7–8 полностью выпадают в осадок. Осадок легко отделяется, а коагулянт может быть регенерирован повторным подщелачиванием. Заявляемое вещество нетоксично и полностью разлагается, а также обеспечивает регенерацию шлама с возвратом уловленных нефтепродуктов, металлов и исходного коагулянта.

Если коагуляция направлена на нейтрализацию заряда коллоидных частиц и их первичное укрупнение, то флокуляция – это процесс, при котором из мелких частиц во взвешенном состоянии образуются крупные, рыхлые, быстро оседающие хлопья, или флокулы [6]. На нефтеперерабатывающих заводах флокуляцию применяют совместно с коагуляцией, так как это обеспечивает значительное снижение содержания нефтепродуктов и взвешенных частиц [7, с. 36].

Так, в работе учёных кузбасского государственного технологического института [8, с. 53] проведено исследование влияния трёх анионных флокулянтов производства BASF на очистку сточных вод Яйского нефтеперерабатывающего завода, расположенного в Кемеровской области. Для исследования были взяты низкоанионный флокулянт M10 с молекулярной массой до 10 млн, характеризующийся глобулярной структурой макромолекул, среднеанионный M155, молекулярная масса которого составляет 15–18 млн, и высокоанионный M919 с молекулярной массой до 20 млн. Результаты показали, что наилучшая степень очистки достигнута с M155. При оптимальной дозировке достигается значительное снижение нефтепродуктов и взвешенных веществ. Активные функциональные группы полимера эффективно связывают компоненты нефтяных стоков в нерастворимые агломераты. M10 показывает более низкую эффективность из-за меньшего количества активных групп (до 30 %) и глобулярной структуры, что затрудняет адсорбцию на частицах различной природы. M919, несмотря на самую высокую молекулярную массу, оказался наименее эффективным: при высоких концентрациях он стабилизирует эмульсию, поддерживая примеси во взвешенном состоянии. Таким образом, авторы сделали вывод, что реагентная очистка синтетическими флокулянтами может быть высокоэффективной самостоятельной стадией, не требующей сложного оборудования и больших площадей, а оптимальным для данного типа стоков является среднеанионный флокулянт с молекулярной массой 15–18 млн и степенью гидролиза 50–70 %.

Наряду с изучением эффективности существующих промышленных флокулянтов, ведётся разработка новых реагентов с улучшенными характеристиками безопасности и очистки. Одно из таких решений представлено в патенте RU2051172C1 [9].

В нем автором предложен способ очистки сточных вод от взвешенных веществ, красителей и нефтепродуктов с использованием флокулянта СФ-413 – продукта взаимодействия полиэтиленполиамина (ПЭПА) и карбамида (К) при весовом соотношении 3,5–5,0:1. Известные аналоги, например флокулянт ВПК-402, имеют низкую эффективность и высокую токсичность (ПДК 0,1 мг/л). СФ-413, напротив, обладает ПДК 1,3 мг/л, что в 13 раз выше, а его активные химические группировки обеспечивают более полное удаление загрязнений. Технология получения основана на автоклавном синтезе при 150 °С и давлении до 5 атм с отводом аммиака, продукт используют в виде 0,5 % водного раствора.

Таким образом, для флокуляционной очистки нефтесодержащих сточных вод существуют как отработанные промышленные реагенты, так и перспективные разработки, сочетающие эффективность с повышенной экологической безопасностью.

Еще один эффективный способ – химическое окисление. Это метод очистки сточных вод на нефтеперерабатывающих заводах, с помощью которого токсичные органические вещества, такие как фенолы и их производные, ароматические углеводороды, серосодержащие соединения, разрушаются до углекислого газа, воды, неорганических солей. В качестве окислителя используют хлор, озон, пероксид водорода, ди-

оксид хлора, гипохлориты. Также фтор обладает самой высокой окислительной способностью, однако на практике его не используют из-за чрезмерной агрессивности [10].

Озон – наиболее распространенный окислитель из-за его способности вступать в химическую реакцию со многими как органическими, так и неорганическими веществами. Он эффективен для удаления фенолов, цианидов, пестицидов, канцерогенных ароматических углеводородов, ПАВ, соединений мышьяка, происходит обесцвечивание воды и общее обеззараживание. Достоинствами озонолиза является высокая скорость действия, глубокая очистка сточных вод, однако метод требует значительных энергозатрат [11, с. 182].

В патенте RU 2104968 C1 [12] подтверждается эффективность озона в качестве окислителя при очистке сточных вод, содержащих нефтепродукты и другие органические загрязнители. Предложен многоступенчатый способ комплексной очистки, включающий стадии электроокисления, двухступенчатой электрокоагуляции и озонирования. Озонирование осуществляется непосредственно в теле фильтра со слоем активированного угля, что позволяет одновременно проводить сорбционную очистку и непрерывную регенерацию сорбента озоном. Такое техническое решение, по сравнению с классическими барботажными колоннами, позволяет уменьшить высоту аппарата в 3 раза, сократить энергозатраты и повысить надежность очистки.

Реактив Фентона – окислитель, который широко применяется для очистки сточных вод от нефтепродуктов, фенолов и других стойких органических загрязнителей. Процесс основан на реакции между пероксидом водорода (H_2O_2) и солями железа (II) в кислой среде, где pH ≈ 3 (формула 1):

$$Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{3+} + OH^- + \cdot OH. \quad (1)$$

При этом образуются гидроксильные радикалы, которые обладают исключительно высокой окислительной способностью и разрушают органические молекулы до углекислого газа и воды. Достоинствами метода являются высокая скорость окисления, относительная дешевизна реагентов и возможность использования в качестве предварительной обработки перед биологической очисткой для повышения биоразлагаемости стоков. Недостатки – необходимость поддержания кислой среды и образование осадка гидроксида железа, требующего утилизации [13].

Помимо химического окисления, существует противоположный процесс – химическое восстановление, т.е. метод очистки сточных вод, при котором токсичные вещества, находящиеся в высоких степенях окисления, восстанавливаются до менее опасных форм путём добавления веществ-восстановителей (доноров электронов). На нефтеперерабатывающих заводах этот метод применяется прежде всего для обезвреживания шестивалентного хрома – сильного канцерогена, который поступает в сточные воды из систем охлаждения (хромсодержащие ингибиторы коррозии) и отработанных катализаторов.

В качестве восстановителей используют сульфит натрия, сернистый газ, металлическое железо, сульфид натрия. Оптимальные условия восстановления Cr(VI) – кислая среда (pH≈2–4). Реакция протекает по схеме:

$$Cr_2O_7^{2-} + 3SO_3^{2-} + 8H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 3SO_4^{2-} + 4H_2O. \quad (2)$$

Шестивалентный хром переходит в трёхвалентный хром Cr^{3+}, который в нейтральной или слабощелочной среде легко осаждается в виде гидроксида $Cr(OH)_3$ и удаляется из воды.

Эффективность химического восстановления подтверждается патентом RU 2844948 C1 [14]. В работе для восстановления Cr(VI) до Cr(III) используются сточные воды, загрязнённые этиленгликолем, этанолом и аммонийным азотом. Процесс ведут в кислой среде. В результате происходит взаимное обезвреживание двух видов отходов: хром восстанавливается, а спирты и этиленгликоль окисляются. Метод позволяет отказаться от дорогостоящих восстановителей и избежать образования вторичных химических отходов.

Таким образом, с помощью метода химического восстановления удалось достичь высокой степени очистки от шестивалентного хрома с использованием дешевых, но эффективных восстановителей.

Еще один метод очистки сточных вод – осаждение (преципитация). Это метод, при котором путем добавления специальных реагентов-осадителей растворенные вещества выпадают в осадок. Затем осадок отделяют и утилизируют [15].

В отличие от коагуляции, где удаляются коллоидные частицы размером 1–100 нм, преципитация применяется в случае с истинно растворенными веществами – ионами металлов, фосфатами, фторидами и др.

Чаще всего метод используется для очищения от ионов тяжелых металлов, соединений хрома (VI), сульфидов, меркаптанов. В качестве осадителей используют гидроксид натрия, гидроксид кальция, сульфид натрия, сульфат железа (II), хлорид железа (III) и др. Протекают следующие химические реакции:

$$Zn^{2+} + 2NaOH \rightarrow Zn(OH)_2 \downarrow + 2Na^{+}, \quad (3)$$

$$2Cr^{3+} + 3Ca(OH)_2 \rightarrow 2Cr(OH)_3 \downarrow + 3Ca^{2+}. \quad (4)$$

Эффективность химического осаждения для удаления ионов тяжелых металлов подтверждается патентом RU 2792510 C1 [16]. Авторы предлагают обрабатывать загрязненную воду раствором гидроксида натрия до достижения значения pH в интервале 9,5–11, а затем вводить раствор хлорида или нитрата кальция в качестве осадителя. В результате ионы металлов связываются в гидроксиды, выпадающие в плотный, хорошо фильтруемый осадок. Данный метод позволяет добиться высокой степени очистки при высокой скорости процесса.

В исследовании, опубликованном в Journal of Ecological Engineering в 2025 году, авторы изучали очистку промышленных сточных вод, образующихся при переработке масляных эмульсий [17]. В качестве осадителей использовали полисульфид натрия в концентрациях 0,2 и 1,0 мл/л, а также минеральные флокулянты из группы алюмосиликатов в концентрациях 0,5 и 2,0 г/л. Экспериментально доказано, что предложенный метод позволяет достичь высокой степени удаления широкого спектра тяжелых металлов, включая кадмий, никель, хром, свинец, цинк и медь. Таким образом, данный способ имеет успешное практическое применение и доказывает эффективность химического осаждения для очистки нефтесодержащих сточных вод от тяжелых металлов.

После рассмотрения химических методов очистки сточных вод на нефтеперерабатывающих производствах можно сделать несколько выводов. Химические методы являются эффективными и занимают одно из ключевых мест в системе очистки сточных вод, поскольку позволяют целенаправленно удалять как растворенные органические вещества (фенолы, нефтепродукты), так и токсичные неорганические компоненты (ионы тяжелых металлов, шестивалентный хром, сульфиды). Комбинирование различных методов положительно влияет на процесс очистки сточных вод. Химические методы представляют собой актуальное направление для дальнейших исследований в области очистки сточных вод на НПЗ.

Литература

1. Попов О.Н. Системы водоснабжения и водоотведения : учеб. пособие / О.Н. Попов, А.Н. Грибков. – Тамбов, 2024. – 96 с.
2. Способ нейтрализации промышленных стоков, содержащих нефтепродукты и органические компоненты: Патент 2185336 Рос. Федерация; № 2001119428/12, заявл. 16.07.2001, опубл. 20.07.2002.
3. Никонова Р.А. Коагуляция примесей сточных вод / Р.А. Никонова, Д.Р. Дрягина // Вестник магистратуры. – 2018. – № 5-4. – С. 23–24.
4. Способ коагуляции загрязнений природных и сточных вод и устройство для осуществления указанного способа: Патент 2781007 Рос. Федерация; № 2021133340, заявл. 16.11.2021, опубл. 05.10.2022 Бюл. № 28.
5. Коагулянт для очистки воды преимущественно от нефтепродуктов: Патент 2535858 Рос. Федерация; № 2013123536/05, заявл. 22.05.2013, опубл. 20.12.2014 Бюл. № 35.
6. Флокуляция – URL : https://neftegaz.ru/tech-library/ngk/148088-flokulyatsiya/?ysclid=mqckmy8mhj441862472 (дата обращения 10.06.2026).
7. Икромов А.А. Комплексная очистка промышленных сточных вод предприятий нефтегазопереработки гибридными методами коагуляции-флокуляции / А.А. Икромов, Ж.Б. Файзиев // Universum: технические науки. – 2026. – № 1. – С. 35–39.
8. Ульрих Е.В. Исследование влияния флокулянтов на очистку нефтяных сточных вод / Е.В. Ульрих, Е.С. Берлинтейгер // Вестник КузГТУ, 2013. – № 1. – С. 53–54.

9. Способ очистки сточных вод от взвешенных веществ, красителей и нефтепродуктов: Патент 2051172 Рос. Федерация; № 5030772/26, заявл. 04.03.1992, опубл. 27.12.1995.
10. Основные способы очистки нефтепродуктсодержащих производственных сточных вод / А.В. Золотов [и др.] // Science Time. – 2016. – С. 42–54.
11. Стахов Е.А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов – СПб. : Недра, 1983. – 264 с.
12. Способ очистки бытовых сточных вод и установка для его осуществления: Патент 2104968 Рос. Федерация; № 94022195/25, заявл. 22.06.1994, опубл. 20.02.1998.
13. Сюйдун Чжан. Усовершенствованные технологии для очистки сточных вод – продвинутое обезвоживание с инженерной практики: обзор / Сюйдун Чжан, Пэн Е, Яджун Ву // ScienceDirect. – 2022. – Т. 321
14. Способ очистки хромсодержащих сточных вод: Патент 2844948 Рос. Федерация; заявл. 26.06.2024, опубл. 11.08.2025.
15. Удаление тяжелых металлов из воды – URL : https://www.ecoindustry.ru/user/skruber/blog view/2053.html (дата обращения 14.06.2026).
16. Способ очистки многокомпонентных промышленных сточных вод, содержащих цинк и хром: Патент 2792510 Рос. Федерация; № 2022132015, заявл. 08.12.2022, опубл. 22.03.2023 Бюл. № 9.
17. Possibility of neutralization and precipitation of heavy metals in industrial wastewater by treatment with oil emulsion / A. Chrapczyńska [et al.] // Journal of Ecological Engineering. – 2025. – Vol. 26.

References

1. Popov O.N. Water supply and sanitation systems : textbook / O.N. Popov, A.N. Gribkov. – Tambov, 2024. – 96 p.
2. The ability to neutralize industrial wastewater containing oil products and organic components: Patent. 2185336 Russian Federation; № 2001119428/12, declared 16.07.2001, published 20.07.2002.
3. Nikonova R.A. Coagulation of wastewater impurities / R.A. Nikonova, D.R. Dryagina // Bulletin of the Magistracy, 2018. - № 5-4. – P. 23–24.
4. The ability to coagulate pollutants and wastewater and a device for implementing the specified method: Patent 2781007 Russian Federation; № 2021133340, filed 11/16/2021, published 10/05/2022 Bulletin № 28.
5. Coagulant for water purification exclusively from petroleum products: Patent 2535858 Russian Federation; № 2013123536/05, filed 05/22/2013, published 12/20/2014 Bulletin № 35.
6. Flocculation – URL : https://neftegaz.ru/tech-library/ngk/148088-flokulyatsiya/?ysclid=mqckmy8mhj441862472 (date of application 10.06.2026).
7. Ikromov A.A. Comprehensive treatment of industrial wastewater from oil and gas processing enterprises by hybrid coagulation-flocculation methods / A.A. Ikromov, Zh.B. Fayziev // Universum: Technical sciences. – 2026. – № 1. – P. 35–39.
8. Ulrikh E.V. Study of flocculant preparations for the treatment of oil wastewater / E.V. Ulrikh, E.S. Berlinteiger // Bulletin of KuzGTU. – 2013. – № 1. – P. 53–54.
9. Method for purifying wastewater from suspended solids, dyes, and petroleum products: Patent 2051172 Russian Federation; № 5030772/26, filed 04.03.1992, published 27.12.1995.
10. Basic methods for purifying industrial wastewater containing petroleum products / A.V. Zolotov [et al.] // Vremya nauki, 2016. – P. 42–54.
11. Stakhov E.A. Purification of oil-containing wastewater from enterprises storing and transporting petroleum products – SPb. : Nedra, 1983. – 264 p.
12. Method for purifying domestic wastewater and installation for its implementation: Patent 2104968 Russian Federation; № 94022195/25, declared 22.06.1994, published 20.02.1998.
13. Xudong Zhang. Improvement of wastewater treatment technologies – advanced dewatering from engineering practice: a review / Xudong Zhang, Peng Ye, Yajun Wu // ScienceDirect. – 2022. – Vol. 321.
14. Method for treating chromium-containing wastewater: Patent 2844948 Russian Federation; declared 26.06.2024, published 11.08.2025.
15. Removal of solid metals from water – URL : https://www.ecoindustry.ru/user/skruber/blogview/2053.html (date of application 14.06.2026).
16. Method for purification of multicomponent industrial wastewater containing zinc and chromium: Patent 2792510 Russian Federation; № 2022132015, declared 08.12.2022, published 22.03.2023 Bulletin № 9.
17. Possibility of neutralization and precipitation of heavy metals in industrial wastewater by treatment with oil emulsion / A. Chrapczyńska [et al.] // Journal of Ecological Engineering. – 2025. – Vol. 26.

УДК 543.05:665.6

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА НЕФТИ И ТОВАРНЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ

♦♦♦♦♦

QUALITY CONTROL OF CRUDE OIL AND COMMERCIAL PETROLEUM PRODUCTS

Гузик Татьяна Владимировна
кандидат химических наук,
доцент кафедры химии,
Кубанский государственный технологический университет
tanyag2005@mail.ru

Голованова Полина Александровна
студентка 2 курса,
Кубанский государственный технологический университет
golovanova.field9@gmail.com

Зинченко Юлия Викторовна
студентка 2 курса,
Кубанский государственный технологический университет
uliazinchenko310@gmail.com

Аннотация. В представленной статье рассмотрены актуальные вопросы контроля качества нефти и продуктов её переработки с позиций аналитической химии. Актуальность исследования обусловлена повышением требований потребителей и регулирующих органов к качеству углеводородного сырья, а также ужесточением экологических норм в условиях глобализации. Целью работы являлось изучение методов контроля, стандартов и нормативов, применяемых в нефтяной отрасли. В ходе исследования проанализированы общие и специальные показатели качества, изучены основные государственные стандарты (ГОСТ Р 51858-2002, ГОСТ 2517-85, ГОСТ 33-2000 и др.), а также проведён обзор современного аналитического оборудования. Показано, что комплексное применение физических, химических, хроматографических и спектральных методов позволяет обеспечить контроль на всех этапах – от добычи до реализации готовых нефтепродуктов.

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, контроль качества, ГОСТ, физико-химические методы анализа, хроматография, спектроскопия, октановое число.

Guzik Tatyana Vladimirovna
Candidate of Chemical Sciences,
Associate Professor
of the Department of Chemistry,
Kuban State Technological University
tanyag2005@mail.ru

Golovanova Polina Alexandrovna
2nd-year Student,
Kuban State Technological University
golovanova.field9@gmail.com

Zinchenko Yulia Viktorovna
2nd-year Student,
Kuban State Technological University
uliazinchenko310@gmail.com

Annotation. The presented article discusses the current issues of quality control of oil and its processing products from the perspective of analytical chemistry. The relevance of the study is due to the increasing requirements of consumers and regulatory bodies for the quality of hydrocarbon raw materials, as well as the tightening of environmental standards in the context of globalization. The purpose of the work was to study the methods of control, standards, and regulations used in the oil industry. The study analyzed general and special quality indicators, studied the main state standards (GOST R 51858-2002, GOST 2517-85, GOST 33-2000, etc.), and provided an overview of modern analytical equipment for oil quality control. The study showed that the combined use of physical, chemical, chromatographic, and spectral methods allows for control at all stages, from production to the sale of finished petroleum products.

Keywords: oil, petroleum products, quality control, GOST, physical and chemical analysis methods, chromatography, spectroscopy, octane number.

Введение

Нефть представляет собой ключевой природный ресурс мировой экономики, используемый в качестве источника энергии и сырья для химической промышленности. Контроль качества нефти и товарных нефтепродуктов обеспечивает их надёжность, безопасность эксплуатации техники и стабильность технологических процессов переработки. В условиях глобализации и ужесточения экологических норм контроль качества становится не только вопросом соблюдения стандартов, но и важным фактором конкурентоспособности на рынке [1].

Целью данной работы является изучение методов контроля, стандартов и нормативов, применяемых для оценки качества нефти и нефтепродуктов. В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи: анализ показателей, используемых для определения качества; изучение нормативной базы (ГОСТ); обзор и сравнительный анализ современного аналитического оборудования [2].

Контроль качества осуществляется на всех этапах обращения нефти: при добыче, подготовке к транспортировке, транспортировке по трубопроводам, переработке на нефтеперерабатывающих заводах, а также при хранении и реализации готовых продуктов. Основная задача контроля заключается в определении состава и физико-химических свойств, выявлении примесей и подтверждении соответствия стандартам качества [3].

Методология исследования

В работе использован теоретический анализ нормативно-технической документации (ГОСТ), регламентирующей показатели качества и методы испытаний нефти и нефтепродуктов. Проведён обзор и систематизация методов аналитического контроля, включая органолептические, физические, химические, хроматографические и спектральные методы [4]. Выполнен сравнительный анализ аналитического оборудования на основе технических характеристик.

Результаты и обсуждение

Показатели качества нефти и нефтепродуктов. Показатели качества разделяются на общие и специальные. К общим отнесены: плотность, кинематическая и динамическая вязкость, низкотемпературные характеристики. Специальные показатели включают температуру вспышки в открытом и закрытом тиглях, холодную фильтрацию, зольность, продолжительность индукционного периода, кислотность и щелочность. Общее число специальных показателей может достигать двухсот видов. Наиболее значимыми для идентификации качества нефти являются содержание серы, воды, хлористых солей и механических примесей. По содержанию серы нефть подразделяется на классы: малосернистая, сернистая, высокосернистая и особо высокосернистая. По степени содержания воды, хлористых солей и механических примесей нефть также подразделяют на группы [5].

Нормативная база. В ходе исследования установлено, что основным документом, устанавливающим требования к нефти, является ГОСТ Р 51858-2002 «Нефть. Общие технические условия». Транспортирование и хранение регламентирует ГОСТ 1510-84. Стандарты методов испытаний представлены следующими документами: ГОСТ 2517-85 (отбор проб), ГОСТ 2477-65 (содержание воды), ГОСТ 6370-83 (механические примеси), ГОСТ 21534-76 (хлористые соли), ГОСТ 11851-85 (парафины). Физические свойства определяются по ГОСТ Р 51069-97 (плотность), ГОСТ 33-2000 (кинематическая вязкость), ГОСТ 2177-99 (фракционный состав), ГОСТ 1756-2000 (давление насыщенных паров). Для измерительных систем действует ГОСТ 34396-2018. Отмечено, что в международной практике наряду с российскими стандартами широко применяются методы ASTM.

Обзор методов контроля. Контроль качества реализуется с помощью нескольких групп методов. Органолептические методы (оценка цвета, прозрачности, запаха, наличие осадка) позволяют быстро выявить явные отклонения, но не дают количественных оценок. Физические методы включают определение плотности (ареометры, цифровые плотномеры по ГОСТ Р 51069), вязкости (капиллярный вискозиметр по ГОСТ 33-2000), температуры вспышки (аппарат Пенски-Мартенса по ГОСТ Р ЕН ИСО 2719-2008 и открытый тигель по ГОСТ 4333-87), фракционного состава (метод перегонки, анализатор BARTEC-BENKE).

Химические методы направлены на определение содержания серы (метод сжигания, рентгенофлуоресцентный анализ по ГОСТ Р 51947), воды (метод перегонки по ГОСТ 2477) и хлористых солей (ГОСТ 21534). Автоматические кулонометрические титраторы влаги по Карлу Фишеру МКС-501 и МКС-520 применяются для высокоточного определения воды [6], [7].

Хроматографические методы представлены газовой хроматографией (разделение сложных смесей углеводородов, определение компонентного состава бензинов, контроль ароматики и оксигенатов), высокоэффективной жидкостной хроматографией (анализ ПАУ по ГОСТ Р ЕН 12916-2008, групповой состав, присадки, смолисто-асфальтеновые вещества) и хромато-масс-спектрометрией (идентификация неизвестных компонентов, выявление фальсификации, определение маркерных соединений) [8].

Спектральные методы включают инфракрасную спектроскопию (идентификация функциональных групп, контроль воды и оксигенатов, исследование процессов окис-

ления), рентгенофлуоресцентный анализ (элементный анализ, определение серы с пределом обнаружения до 2 мг/кг, время анализа не более 5 минут, определение металлов в золе мазута), атомно-абсорбционную спектрометрию (определение металлов: ванадий, никель, железо, натрий, свинец, марганец) и ультрафиолетовую спектроскопию (ароматические соединения, бензол, полициклические ароматические углеводороды) [9].

На основе информации из статьи проведён сравнительный анализ современного аналитического оборудования для контроля качества нефти (табл. 1).

Таблица 1 – Современное аналитическое оборудование для контроля качества нефти

Назначение	Модель прибора	Метод	Ключевые характеристики (по данным статьи)
Определение серы	RX-360SH, RX-620SA	Рентгенофлуоресцентный анализ	Предназначены для керосина, газойля, нефти; соответствие ГОСТ Р 51947
Определение воды	МКС-501, МКС-520	Кулонометрическое титрование по Карлу Фишеру	Автоматические титраторы, метод перегонки по ГОСТ 2477
Определение серы и хлора	XOS SINDIE 6020AXP, XOS CLORA 6020AXP	Промышленные анализаторы	Определение общего содержания серы и хлора
Газовая хроматография	«Хроматэк-Кристалл 5000»	Газохроматографический анализ с ПИД	Высокая точность и воспроизводимость, для арбитражных экспертиз
ИК-спектрометрия	«Инфралюм ФТ-08»	ИК-Фурье спектроскопия (метод НПВО)	Спектры высокого разрешения, количественный анализ по закону Бугера-Ламберта-Бера
Октановое число (исследовательский метод)	УИТ-85	Исследовательский метод	Соответствие ГОСТ
Октановое число (моторный метод)	УИТ-65	Моторный метод	Соответствие ГОСТ
Цетановое число	ИДТ-90	Метод воспламенения	Соответствие ГОСТ 3122-67
Хромато-масс-спектрометрия	Agilent 7890-5975	ГХ-МС	Высокая чувствительность, идентификация по библиотекам NIST, Wiley

Представленное оборудование охватывает весь спектр задач контроля: от элементного анализа до идентификации молекулярного состава. Отечественные приборы («Хроматэк-Кристалл 5000», «Инфралюм ФТ-08», УИТ-85, ИДТ-90) демонстрируют конкурентоспособные характеристики. Отбор проб осуществляется точечным, объединённым или автоматическим методами в зависимости от объекта контроля.

Контроль качества товарных нефтепродуктов. Товарные нефтепродукты, поступающие к потребителю (автомобильный бензин, дизельное топливо, авиационный керосин, мазут, смазочные масла, битумы), должны соответствовать государственным стандартам. Для автомобильных бензинов ключевым показателем является октановое число (установки УИТ-85 и УИТ-65) [10]. Также определяют фракционный состав, давление насыщенных паров, содержание серы, ароматических углеводородов, смол, воды и механических примесей. Для дизельного топлива важнейшим показателем служит цетановое число (установка ИДТ-90 по ГОСТ 3122-67) [11], дополнительно контролируют вязкость, температуру вспышки, помутнения, застывания и содержание серы. Смазочные

масла оценивают по вязкости при различных температурах, индексу вязкости, кислотному и щелочному числам, температуре вспышки и застывания, устойчивости к окислению и содержанию присадок [12].

Заключение

Качество нефти и нефтепродуктов оценивается по комплексу общих (плотность, вязкость) и специальных (зольность, температура вспышки, содержание серы, воды и солей) показателей. Нормативная база в Российской Федерации представлена системой ГОСТ, ключевым стандартом которой является ГОСТ Р 51858-2002, гармонизированным с международными стандартами ASTM. Российские анализаторы (RX-360SH, «Хроматэк-Кристалл 5000», «ИнфралюмФТ-08», УИТ-85) обладают конкурентоспособностью по точности и надежности. Приоритетными направлениями развития являются автоматизация процессов пробоподготовки и разработка портативных устройств.

Литература

1. Контроль качества нефти и нефтепродуктов. – URL : https://snmash.ru/articles/173-kontrol-kachestva-nefti-i-nefteproduktov.html (дата обращения 20.05.2026).
2. Технический анализ нефти и нефтепродуктов. – URL : https://ocexp.ru/%F0%9F%9F%A7-tehnicheskij-analiz-nefti-i-nefteproduktov (дата обращения 20.06.2026).
3. ГОСТ Р 51858-2002. Нефть. Общие технические условия. – М. : Стандартинформ, 2019. – 12 с.
4. Дьячкова С.Г. Анализ качества нефтепродуктов : лаб. Практикум / С.Г. Дьячкова, Е.В. Рудякова, А.А. Чайка. – Иркутск : ИРНИТУ, 2020. – 70 с.
5. ГОСТ 2517-85. Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб. – М. : Издательство стандартов, 1985. – 28 с.
6. ГОСТ Р 51947-2002. Нефть и нефтепродукты. Определение серы методом рентгенофлуоресцентного анализа. – М. : Госстандарт России, 2002. – 10 с.
7. ГОСТ 2477-65. Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 7 с.
8. Хроматэк-Кристалл 5000: Руководство по эксплуатации. – Йошкар-Ола : ЗАО «Хроматэк», 2020. – 85 с.
9. Инфралюм ФТ-08: Техническое описание. – Новосибирск : ООО «Инфралюм», 2021. – 14 с.
10. ГОСТ 8226-2015. Топлива моторные. Методы определения октанового числа. – М.: Стандартинформ, 2016. – 11 с.
11. ГОСТ 3122-67. Топлива дизельные. Метод определения цетанового числа. – М. : Издательство стандартов, 1968. – 6 с.
12. ГОСТ 33-2000. Нефтепродукты. Определение кинематической вязкости. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2002. – 8 с.

References

1. Quality control of oil and oil products. – URL : https://snmash.ru/articles/173-kontrol-kachestva-nefti-i-nefteproduktov.html (date of application 05/20/2026).
2. Technical analysis of oil and oil products. – URL : https://ocexp.ru/%F0%9F%9F%A7-tehnicheskij-analiz-nefti-i-nefteproduktov (date of application 06/20/2026).
3. GOST R 51858-2002. Oil. General specifications. – M. : Standartinform, 2019. – 12 p.
4. Dyachkova S.G. Analysis of the quality of oil products: lab. Practical training / S.G. Dyachkova, E.V. Rudyakova, A.A. Chaika. – Irkutsk : IRNITU, 2020. – 70 p.
5. GOST 2517-85. Oil and oil products. Sampling methods. – M. : Publishing house of standards, 1985. – 28 p.
6. GOST R 51947-2002. Oil and Oil Products. Determination of Sulfur by X-ray Fluorescence Analysis. – M. : Gosstandart of Russia, 2002. – 10 p.
7. GOST 2477-65. Oil and Oil Products. Method for Determining Water Content. – M. : IPK Publishing House of Standards, 2001. – 7 p.
8. Chromatec-Crystal 5000: Operating Manual. – Yoshkar-Ola : Chromatec JSC, 2020. – 85 p.
9. Infralum FT-08: Technical Description. – Novosibirsk : Infralum LLC, 2021. – 14 p.
10. GOST 8226-2015. Motor Fuels. Methods for Determining Octane Number. – M. : Standartinform, 2016. – 11 p.
11. GOST 3122-67. Diesel Fuels. Method for Determining Cetane Number. – M. : Izdatelstvo Standards, 1968. – 6 p.
12. GOST 33-2000. Petroleum Products. Determination of Kinematic Viscosity. – M. : IPK Izdatelstvo Standards, 2002. – 8 p.

УДК 553.98

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

♦♦♦♦♦

GEOLOGICAL STRUCTURE AND LITHOLOGICAL FEATURES OF OIL DEPOSITS IN THE TYUMEN REGION

Петрушин Евгений Олегович
мастер по добыче нефти, газа и конденсата,
цех по добыче нефти и газа № 4,
Мурьяунское месторождение
НГДУ «Нижнесортымскнефть»
eopetrushin@yahoo.com

Аннотация. В статье рассмотрены особенности коллекторских свойств нефтяного месторождения, расположенного на территории Тюменской области. Несмотря на то, что месторождение находится на заключительной стадии разработки, по материалам литолого-петрографических и петрофизических свойств коллекторов можно с полной уверенностью обосновать дополнительные перспективы месторождения в дальнейшем. Анализ изученных материалов по коллекторским свойствам продуктивных пачек месторождения позволил выделить эффективные толщины пород-коллекторов по результатам комплексной интерпретации промыслово-геофизических и геологических материалов с учётом качественных и количественных признаков. Зависимости между основными фильтрационно-емкостными характеристиками пород построены для всех продуктивных пластов с учётом дополнительных керновых данных. Выделение пластов-коллекторов в разведочных скважинах с полным комплексом ГИС проводилось по прямым качественным признакам. Выделены особенности продуктивных пластов и их отличительные признаки.

Ключевые слова: геолого-геофизические исследования месторождения; литолого-стратиграфический разрез месторождения; тектоническое строение месторождения; гидрогеологическая характеристика месторождения; нефтегазоносность месторождения; геолого-физическая характеристика продуктивных пластов; перспективы нефтегазоносности месторождения.

Petrushin Evgeniy Olegovich
Master of Oil, Gas
and Condensate Production, Oil
and Gas Production Workshop № 4,
Muryaunskoye field
NGDU Nizhnesortymskneft
eopetrushin@yahoo.com

Annotation. This article examines the reservoir properties of an oil field located in the Tyumen region. Although the field is in the final stages of development, lithological, petrographic, and petrophysical reservoir properties allow us to confidently substantiate the field's additional future prospects. Analysis of the reservoir properties of the field's productive units allowed us to identify effective reservoir rock thicknesses based on a comprehensive interpretation of production geophysical and geological data, taking into account both qualitative and quantitative characteristics. Relationships between the main reservoir properties were constructed for all productive formations, taking into account additional core data. Reservoir formations were identified in exploratory wells using a full suite of well logging tools based on direct qualitative characteristics. The characteristics of the productive formations and their distinguishing features are highlighted.

Keywords: geological and geophysical studies of the field; lithological and stratigraphic section of the field; tectonic structure of the field; hydrogeological characteristics of the field; oil and gas potential of the field; geological and physical characteristics of productive formations; oil and gas potential of the field.

Общие сведения о районе исследования

В административном отношении рассматриваемое нефтяное месторождение расположено в Сургутском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области.

Рассматриваемое месторождение до 2000 года входило в состав Тянского месторождения, открытого в 1985 году бурением первой поисковой скважины. С октября 2000 года оно выделено как самостоятельное месторождение, входящее в состав Тянской группы месторождений.

В результате проведённых геологоразведочных работ установлена нефтеносность 9 пластов:

- 3 пластов группы АС ($АС_7$, $АС_9$ и $АС_{10}$);
- 2 пластов группы БС ($БС_7$ и $БС_8^1$);
- 2 пластов ачимовской толщи ($Ач_3$, $Ач_4$);
- пласта $ЮС_0$ и пласта $ЮС_2$ юрских отложений.

В общегеологическом плане территория месторождения расположена северной части Западно-Сибирского седиментационного бассейна.

Породы фундамента вскрыты параметрической скважиной № 11а Западно-Перевальной площади, в которой палеозойские отложения представлены мендалекаменными андезитовыми порфиритами (вскрытая толща палеозойского фундамента 102 м).

Отложения промежуточного комплекса по данным исследования керна из скважины № 11а представлены базальтом и базальтовыми порфиритами.

Геолого-геофизические исследования территории Широтного Приобья, в пределах которой расположено месторождение, начаты в конце 40-х годов прошлого столетия. Это были в основном мелко- и среднемасштабные геолого-геофизические исследования, которые до 1957 года носили региональный характер. К этому времени на территории Широтного Приобья проведены геолого-геоморфологические и аэромагнитные исследования, а также гравиметрические исследования. В результате этих работ установлены общие закономерности геологического строения мезозойско-кайнозойских отложений, составлена геологическая карта, тектоническая схема доюрских образований, выявлен ряд крупных тектонических элементов, в том числе Сургутский свод.

Планомерные площадные исследования сейсморазведки методом отражённых волн (МОВ) с целью выявления перспективных для поисков залежей нефти и газа структур на Сургутском своде проводятся с 1958 года. За период с 1958 по 1965 гг. вся территория свода была покрыта площадными сейсморазведочными работами МОВ. К середине 60-х годов прошлого века на Сургутском своде выявлены Лянторская, Восточкинская, Ватинская, Вершинная, Западно-Сургутская, Северо-Сургутская, Быстринская, Конитлорская, Федоровская и ряд других структур.

Непосредственно Тянское месторождение, в состав которого входило рассматриваемое месторождение, подготовлено региональными и площадными сейсмическими работами в модификациях МОВ и ОГТ в 1969–86 гг. В результате работ этих лет изучен структурный план месторождения, выявлены и закартированы литологические ловушки в неокомских отложениях, изучено строение палеозойских отложений.

Расширение объёмов геологоразведочных работ позволило в 1988 году опоисковать все локальные структуры, входящие в состав Тянского месторождения.

Для изучения скоростной характеристики разреза, уточнения стратификации выделенных в нём отражающих горизонтов, а также для изучения других особенностей разреза на Тянском месторождении и прилегающих к нему площадей проведены сейсмические работы. На площади работ такие исследования выполнены в скважинах № 585, 593 Юкъяунских и 11а Западно-Перевальной.

Всего по материалам подсчёта запасов на Тянской группе нефтяных месторождений открыто 63 залежи нефти в 21 пласте. Основная доля запасов приходится на пласты группы АС.

Литолого-стратиграфический разрез месторождения представлен породами палеозойского фундамента, переходного комплекса и мезозойско-кайнозойского осадочного чехла.

Тектоническое строение

Месторождение располагается в тектонически активном районе. По восточной окраине Тянской группы месторождений (Западно-Перевальная и Юкъяунская площади) проходит тектоническая граница, разделяющая области различной возрастной складчатости. К западу от этой границы располагаются выступы – горсты байкальских складчатых комплексов Ляминского выступа и Надымской впадины, к востоку – Сургутско-Пуровский антиклинорий инверсионного типа развития, сложенный глинисто-сланцевой формацией девонского возраста.

Наиболее полно изучен верхний структурно-тектонический этаж, сложенный толщей спокойно залегающих мезозойских и кайнозойских осадочных пород, накапливавшихся в условиях устойчивого пригибания фундамента.

Согласно тектонической карте мезозойско-кайнозойского чехла Западно-Сибирской плиты, Тянская группа месторождений, в состав которой входит рассматри-

ваемое месторождение, расположена на северо-западном склоне Сургутского свода и граничит с другой структурой первого порядка – Северо-Сургутской моноклиналью. Положительные структурные элементы, контролирующие нефтегазоносность, связаны со структурой второго порядка – Тромъёганским куполовидным поднятием. Оно отделяется от других положительных тектонических элементов серией прогибов: на севере от Нумтовского малого вала – Восточно-Ватлорским малым прогибом; на юге от Нижнесортымского куполовидного поднятия – Восточно-Нижнесортымским малым прогибом; на западе от Июльского малого вала – Восточно-Айпимским малым прогибом; на востоке от Верхненадымского куполовидного поднятия – Соимской малой котловиной.

Рассматриваемое нефтяное месторождение расположено на Тромъёганском куполовидном поднятии, контролируется двумя положительными структурами третьего порядка: Турынской и Мурьяунской. Мурьяунское локальное поднятие имеет размеры по отражающему горизонту Б 20×3^{-10} км, амплитудой около 55 м и вытянутое в субширотном направлении. Турынское локальное поднятие имеет вытянуто в северо-восточном направлении и имеет размеры по отражающему горизонту Б: 12×2^{-7}, амплитуду 62 м.

Гидрогеологическая характеристика

Химический состав и свойства пластовых вод месторождений Мурьяунской группы изучены на образцах 17 проб из скважин преимущественно Тянской площади. Основные физические свойства и химический состав пластовых вод пластов ачимовской толщи и юрских отложений, ввиду отсутствия качественных данных, приняты по аналогии с близлежащим Лосевым месторождением.

Как следует из результатов исследований, химический тип вод гидрокарбонатно-натриевый (по В.А. Сулину). Основные солеобразующие компоненты представлены ионами натрия и калия, хлора, магния, кальция, гидрокарбоната. Как следует из анализа характеристик пластовых вод по району в целом, по содержанию полезных компонентов воды не представляют промышленного интереса в качестве источника минерального сырья (за исключением йода, концентрация которого достигает промышленного уровня).

Общая минерализация пластовых вод незначительна и составляет в среднем 15–18 г/л, что практически совпадает с минерализацией вод аналогичных залежей соседних месторождений. Повышенное значение минерализации (26 г/л) закономерно обнаруживается у вод пласта $ЮС_2$.

Максимальная газонасыщенность вод на границе ВНК достигает 2,7 м3/м3. По мере удаления от ВНК количество растворённого газа резко снижается и на периферии не превышает 0,3–0,8 $м^3/м^3$ (табл. 1).

Содержание тяжёлых углеводородов в составе водорастворённых газов не превышает 3–4 %, однако вблизи контуров нефтяных залежей оно может достигать 10 % (что подтверждается результатами исследований водорастворённых газов других месторождений Сургутского свода).

Таблица 1 – Свойства пластовых вод

Наименование параметра	$АС_9$	$АС_{10}$
Газосодержание, $м^3/м^3$	2,65	2,51
Вязкость, мПа · с	0,4228	0,4114
Плотность воды, $кг/м^3$ в условиях пласта на поверхности в стандартных условиях	 992,5 1007,4	 990,6 1006,8
Объёмный коэффициент	1,017	1,019

Концентрация неуглеводородных компонентов (углекислый газ, азот) не превышает в сумме 3–8 %, лишь на локальных участках достигая 10 %. Сероводород в составе газов по району в целом не обнаружен.

Геолого-геофизическая характеристика залежи

Согласно «Тектонической карты мезозойско-кайнозойского платформенного чехла Западно-Сибирской геосинеклизы» (под ред. И.И. Нестерова, 1990 г.) месторождение расположено в северной части Тромъёганского куполовидного поднятия крупной структуры II порядка, расположенной в пределах юго-восточной части структуры I порядка – Северо-Сургутской моноклинали. Тромъёганское куполовидное поднятие имеет размеры 40 × 60 км, амплитуду более 200 м.

Месторождение в структурном плане соответствует Ехампийскому локальному поднятию, которое имеет вид брахиантиклинали субширотного простирания и ограничивается по ОГБ изогипсой – 2850 м. Размеры этого поднятия 6,5 × 4,0 км, амплитуда равна 40 м. По отражающему горизонту Ехампийское локальное поднятие оконтуривается сейсмоизогипсой – 2270 м, вытянуто в субширотном направлении и имеет размеры 7 × 4 км и амплитуду 25 м. Тромъёганское и Ехампийское локальные поднятия разделены неглубоким 20-метровым прогибом шириной 4 км.

Таким образом, наблюдается унаследованность в развитии всех основных структурных элементов с выполаживанием структур снизу вверх по разрезу.

Коллекторские свойства залежи

В пределах залежи выделены продуктивные пласты $АС_{10}$, $АС_9$ и $АС_7$ (черкашинская свита – готерив-баррем), $БС_7$ и $БС_8$ (верхняя ахская подсвита – валанжин-готерив), $Ач_4$ и $Ач_3$ (ачимовская свита – берриас-валанжин), $ЮС_2$ (тюменская свита – нижняя-средняя юра). Все коллекторы песчано-алевритового состава, которые составляют поровый тип коллектора, характеризующийся различными параметрами. Описание пластов представлено ниже.

Пласт $АС_{10}$

Коллекторы представлены отложениями русел, отложениями промоин и конусов выноса промоин и отложениями поймы песчано-алевролитового состава. Отложения русел представлены в основном песчанистыми отложениями (75 %) с примесью алевролитовых отложений (23,2 %):

- коэффициент открытой пористости песчаников – 21,4 %;
- коэффициент проницаемости – 181,8 × 10^{-3} мкм^2;
- коэффициент водоудерживающей способности – 29,9 %;

<u>в алевролитовых породах</u>:

- коэффициент открытой пористости – 19,6 %;
- коэффициент проницаемости – 14,9 × 10^{-3} мкм^2;
- коэффициент водоудерживающей способности – 50,5 %.

В составе отложений промоин и конусов выноса промоин песчаники и алевролиты находятся в практически равных пропорциях: песчаники (53,1 %), алевролиты (43,0 %). Что касается песчаников:

- коэффициент открытой пористости – 23,1 %;
- коэффициент проницаемости – 186,2 × 10^{-3} мкм^2;
- коэффициент водоудерживающей способности – 31,4 %;

<u>алевролиты</u>:

- коэффициент открытой пористости – 20,9 %;
- коэффициент проницаемости – 13,7 × 10^{-3} мкм^2;
- коэффициент водоудерживающей способности – 50,7 %.

В отложениях поймы преобладают исключительно алевролиты (58,6 %):

- коэффициент открытой пористости – 13,6 %;
- коэффициент проницаемости – 1,3 × 10^{-3} мкм^2;
- коэффициент водоудерживающей способности – 85,1 %.

Пласт $АС_9$

Коллекторы представлены устьевыми барами, вдольбереговыми барами, краевой частью баров, забаровыми лагунами.

Устьевые бары:

<u>Песчаники</u>:

- содержание литотипов (массовая доля в породе) – 55,0 %;
- коэффициент открытой пористости – 21,1 %;

- коэффициент проницаемости – 193,0 ×· 10^{-3} мкм^2;
- коэффициент водоудерживающей способности – 29,5 %.

Алевролиты:
- содержание литотипов – 34,4 %;
- коэффициент открытой пористости – 21,1 %;
- коэффициент проницаемости – 65,7 × 10^{-3} мкм^2;
- коэффициент водоудерживающей способности – 44,1 %.

Вдольбереговые бары:

Песчаники:
- содержание литотипов – 28,4 %;
- коэффициент открытой пористости – 21,4 %;
- коэффициент проницаемости – 197,0 × 10^{-3} мкм^2;
- коэффициент водоудерживающей способности – 27,4 %;

Алевролиты:
- содержание литотипов – 61,0 %;
- коэффициент открытой пористости – 21,4 %;
- коэффициент проницаемости – 17,2 × 10^{-3} мкм^2;
- коэффициент водоудерживающей способности – 41,7 %.

Краевая часть баров:

Песчаники:
- содержание литотипов – 57,3 %;
- коэффициент открытой пористости – 21,1 %;
- коэффициент проницаемости – 257,0 × 10^{-3} мкм^2;
- коэффициент водоудерживающей способности – 27,6 %.

Алевролиты:
- содержание литотипов – 36,6 %;
- коэффициент открытой пористости – 22,1 %;
- коэффициент проницаемости – 128,0 × 10^{-3} мкм^2;
- коэффициент водоудерживающей способности – 27,6 %.

Забаровые лагуны:

Песчаники:
- содержание литотипов – 14,3 %;
- коэффициент открытой пористости – 21,3 %;
- коэффициент проницаемости – 216,0 × 10^{-3} мкм^2;
- коэффициент водоудерживающей способности – 33,0 %.

Алевролиты:
- содержание литотипов – 75,0 %;
- коэффициент открытой пористости – 21,6 %;
- коэффициент проницаемости – 53,0 × 10^{-3} мкм^2;
- коэффициент водоудерживающей способности – 29,5 %.

Пласт $АС_7$

Алевролиты:
- содержание литотипов – 65,0 %;
- коэффициент открытой пористости – 19,1 %;
- коэффициент проницаемости – 3,1 × 10^{-3} мкм^2;
- коэффициент водоудерживающей способности – 56,4 %.

Пласты $Ач_3$ и $Ач_4$

Песчано-алевритовые породы:
- содержание литотипов – 57,7 %;
- коэффициент открытой пористости – 15,1 %;
- коэффициент проницаемости – 0,8 × 10^{-3} мкм^2;
- коэффициент водоудерживающей способности – 64,6 %.

Пласт $ЮС_2$

Песчано-алевритовые породы:
- содержание литотипов – 25,0 %;
- коэффициент открытой пористости – 13,1 %;

- коэффициент проницаемости – 1,8 × 10^{-3} мкм^2;
- коэффициент водоудерживающей способности – 61,1 %

Нефтегазоносность месторождения

В пределах месторождения выделяются 4 нефтегазоносных комплекса:

1) баррем-готеривский (пласты группы АС);
2) валанжин-берриас-волжский (пласты группы БС и ачимовской толщи);
3) верхнеюрский (пласт $ЮС_0$);
4) средне-нижне-юрский (пласт $ЮС_2$).

Нефтеносными являются пласты $АС_7$, $АС_9$, $АС_{10}$, $БС_7^1$, $БС_8^1$, $Ач_3$, $Ач_4$, $ЮС_0$ и $ЮС_2$.

Залежь пласта $АС_9$

Залежь пласта является одним из основных эксплуатационных объектов. Залежь выявлена 24 разведочными скважинами. В настоящее время пласт разбурен эксплуатационными скважинами.

По ГИС коллектор пласта $АС_9$ в скважине представлен нефтенасыщенными прослоями, обладающими достаточно высокими фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС) (толщины от 0,8 до 1,2 м). По данным ГИС кровля нефтенасыщенного коллектора вскрыта на отметках – 2148,5-2192,7 м. Пласт чётко выделяется на кривых ПС, ИК, ГК, БК. Средняя отметка ВНК по залежи – 2194,0 м; тип залежи – пластово-сводовая; размер залежи – 28 × 12 километров; высота залежи – 45,5 м.

По строению пласт характеризуется как песчаное тело с включениями непроницаемых интервалов. Для пласта характерно изменение толщины пласта (общая и эффективная), в среднем составляет соответственно 10,2 м и 5,7 м. Средняя нефтенасыщенная толщина 5,2 м. Средняя проницаемость пласта – 0,108 мкм^2. Средняя нефтенасыщенность – 0,61 мкм^2.

По расположению в разрезе проницаемых и непроницаемых интервалов выделены две зоны.

Преобладает зона 1 (район скважины № 208Р) – верхняя и средняя часть слабо расчленены, нижняя часть полностью заглинизирована. Общая толщина – 10,4 м; нефтенасыщенная толщина – 5,6 м; песчанистость – 0,8; нефтенасыщенность – 0,62.

Зона 2 (район скважины № 201Р) – заглинизирована средняя часть. Общая толщина – 9,1 м; нефтенасыщенная толщина – 3,7 м; песчанистость – 0,52; нефтенасыщенность – 0,53.

ВНЗ занимает 46 % площади залежи.

Глинистый раздел между нефте- и водонасыщенными частями с толщиной более 2 м присутствует в 10 % скважин.

Залежи пласта $АС_{10}$

Пласт $АС_{10}$ на месторождении является одним из основных эксплуатационных объектов. На территории месторождения выявлено три залежи нефти: одна в районе скважины № 107Р и две в районе скважин № 201Р и 208Р.

В результате испытаний получено:

- 6 нефтяных фонтанов (скважины № 105Р, 107Р, 201Р, 204Р, 208Р и 212Р) с дебитами от 12 м^3/сут. на $d_{шт}$ = 4 мм (скважина № 107Р) до 107 м^3/сут. на $d_{шт}$ = 8 мм (скважина № 204Р);
- 3 непереливающих нефтяных притока (скважины № 111Р, 202Р и 212Р (совместно с АС9)) от 4,5 м^3/сут. до 20,0 м^3/сут.;
- 4 непереливающих притока нефти с водой на скважинах № 102Р, 112Р, 222Р и 1015;
- 6 притоков воды на скважинах № 110Р, 113Р, 114Р, 206Р, 207Р и 211Р.

По данным ГИС кровля нефтенасыщенного коллектора вскрыта на отметках от – 2198,4 до – 2209,8 м. Пласт чётко выделяется на кривых ПС, ИК, ГК и БК. Среднее значение ВНК по залежи принято на отметке – 2217,2 м. Тип залежи – массивная, водоплавающая. Размер залежи 3,5 × 2,6 км. Высота залежи 18,8 м. По строению пласт характеризуется как песчаное тело с включениями непроницаемых интервалов.

Для пласта характерно:

- выделение двух зон: западной (менее заглинизированной) и восточной (более заглинизированной);
- общая толщина пласта выдержана, в среднем равна 27 м;
- эффективная толщина не выдержана в западной зоне и в среднем равна 17,8 м, в восточной – 10,0 м, в среднем – 13,6 м;
- нефтенасыщенная толщина по пласту 9,3 м;
- песчанистость пласта в западной зоне – 0,54, в восточной – 0,79, в среднем – 0,67;
- проницаемость пласта в западной зоне – 0,141 мкм^2, в восточной – 0,121 мкм^2, в среднем – 0,141 мкм^2;
- нефтенасыщенность пласта в среднем равна 0,55.

ВНЗ на основной залежи занимает 76 % площади, в районе скважины № 201Р – 94 %, в районе скважины № 208Р – 58 %.

Наличие глинистого раздела (более 2 м) между нефте- и водонасыщенной частью раздела выявлено в 4 % скважин основной залежи, 10 % скважин залежи в районе скважины № 201Р, 3 % скважин залежи в районе скважины № 208Р.

Залежь пласта Ач$_3$

Залежь в районе скважины № 102Р выявлена двумя скважинами № 102Р и 1532, вскрывшими чисто нефтяную зону. При испытании скважины № 102Р в интервале глубин с абсолютными отметками – 2728,9-2733,9 м получен приток нефти дебитом 2,8 м^3/сут., при СДУ – 999 м. При испытании скважин № 202Р (абс. отм. 2779,4-2805,4 м), 205Р (абс. отм. 2764,7-2784,7 м) и 111Р (абс. отм. 2741,6-2825,6 м) получены притоки воды дебитами 4, 12 и 31 м3/сут. соответственно. При испытании скважины № 116Р из интервала глубин с абсолютными отметками – 2714,2-2724,2 м притока не получено.

По данным ГИС кровля нефтенасыщенного коллектора вскрыта на глубинах с абсолютными отметками – 2728,9 м (скважина № 102Р) и – 2735,3 м (скважина № 1532Р). Абсолютная отметка залегания подошвы последнего нефтенасыщенного пропластка – 2735,9 м (скважина № 1532Р). Пласт выделяется на кривых ПС, ИК, ГК и БК. Залежь ограничена: с запада и востока – изогипсой условного ВНК, с севера и юга – зоной неколлектора, вскрытой скважинами №№ 109Р, 1402Р, 116Р и 14585Р. ВНК принят на отметке – 2735,9 м (по подошве последнего нефтенасыщенного пропластка в скважине № 1532Р).

Тип залежи – пластово-сводовая, литологически экранированная.

Размер залежи 3,3 × 4,5 км, высота – 35,9 м.

По строению пласт характеризуется как глинистое тело с включениями проницаемых пропластков.

Особенности пласта:

- небольшая нефтенасыщенная толщина – 1,8 м;
- крайне низкая проницаемость – 0,001 мкм^2;
- низкая нефтенасыщенность – 0,5.

Геолого-физическая характеристика пластов приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Геолого-физическая характеристика продуктивных пластов рассматриваемого месторождения

Пласт	АС$_9$	АС$_{10}$	Ач$_3$	Ач$_4$
1	2	3	45	5
Средняя глубина залегания (абс. отметка), м	2193	2214	2798	2818
Площадь нефтегазоносности, тыс. м^2	147826	130648	19714	62879
Средняя общая толщина, м	13.3	27.7	15	26
Средняя эффективная толщина, м	6.4	12.3	6	8.8
Средняя нефтенасыщенная толщина, м	4.3	5.8	5.1	7.4
Средняя водонасыщенная толщина, м	3.6	4.9	3.1	6
Средняя пористость, %	23	22	16	17
Средняя нефтенасыщенность ЧНЗ, доли ед.	0.57	0.58	0.52	0.53
Средняя нефтенасыщенность ВНЗ, доли ед.	0.51	0.55	0.4	0.43
Средняя проницаемость, мкм^2	0.163	0.218	0.001	0.002

Окончание таблицы 2

1	2	3	45	5
Коэффициент песчанистости, доли ед.	0.48	0.44	0.40	0.34
Начальная пластовая температура, °С	74	76	85	85
Начальное пластовое давление, МПа	21.5	21.7	27.4	27.6
Вязкость нефти в пластовых условиях, мПа · с	1.52	1.52	2.20	2.20
Плотность нефти в пластовых условиях, кг/м^3	805	815	795	814
Плотность нефти в поверхностных условиях, тонн/м^3	0.87	0.87	0.86	0.88
Объёмный коэффициент нефти, доли ед.	1.124	1.124	1.124	1.124
Содержание серы в нефти, %	0.59	0.66	1.04	1.04
Содержание парафина в нефти, %	2.06	1.69	3.05	3.06

Залежь пласта $БС_7^1$

Залежь выявлена одной скважиной № 104Р, вскрывшей чисто нефтяную зону. Продуктивность залежи подтверждена результатами испытаний.

При испытании скважины № 104Р в интервале глубин с абсолютными отметками – 2522,8–2530,8 м получен приток нефти дебитом 4,3 м^3/сут. при СДУ – 1237 м.

Структурные построения выполнены по данным бурения и результатам сейсморазведочных работ.

По данным ГИС кровля нефтенасыщенного коллектора вскрыта на абсолютной отметке – 2528,2 м. Абсолютная отметка залегания подошвы последнего нефтенасыщенного пропластка – 2529,4 м. Пласт выделяется на кривых: ПС, ИК, ГК, БК. В скважине коллектору соответствуют 1 максимум альфа ПС – 0,48. Сопротивление в нефтенасыщенной части 12 Ом · м.

Залежь ограничена зоной неколлектора, вскрытой скважинами № 102Р, 107Р, 101Р, 103Р и 110Р.

Тип залежи – литологически экранированная.

Размер залежи 4,7 × 3,0 км, высота залежи – 1,2 м.

По строению пласт характеризуется как глинистое тело с включениями песчаных пропластков, вероятно линз, пока вскрыта одна из них.

Особенностями пласта являются:

- небольшая нефтенасыщенная толщина пласта – 1,2 м;
- крайне низкая проницаемость – 0,004 мкм^2;
- не изученность границ залежи.

Залежь пласта $БС_8^1$

Залежь выявлена одной скважиной № 106Р, вскрывшей чисто нефтяную зону. Продуктивность залежи подтверждена результатами испытаний.

При испытании скважины в интервале глубин с абсолютными отметками – 2524,4–2535,4 м, получена нефть с водой. Дебит нефти – 1,2 м^3/сут., воды – 44,8 м^3/сут., при СДУ – 1090 м.

Структурные построения выполнены по данным бурения и результатам сейсморазведочных работ.

По данным ГИС кровля нефтенасыщенного коллектора вскрыта на абсолютной отметке – 2524,4 м, подошва последнего нефтенасыщенного пропластка на абсолютной отметке – 2534,8 м. В скважине коллектор представлен 5-ю нефтенасыщенными пропластками, мощностью от 0,6 до 2,2 м, с максимумами альфа ПС: 0,35–0,64, сопротивление в нефтенасыщенной части: 10–12 Ом · м.

Залежь ограничена: с севера, востока и юга – изогипсой условного ВНК, с запада – зоной неколлектора, вскрытой скважиной № 103Р.

ВНК принят условно на абсолютной отметке – 2534,8 м (по подошве последнего нефтенасыщенного пропластка).

Тип залежи – пластово-сводовая, литологически экранированная.

Размер залежи 5,0 × 3,2 км, высота – 14,8 м.

По строению пласт характеризуется как песчаное тело с включениями непроницаемых интервалов.

Особенности строения пласта:

- крайне низкая продуктивность пласта;
- не изученность границ залежи;
- удалённость от основных объектов разработки.

Залежь пласта Ач$_3$

Залежь в районе скважины № 102Р выявлена двумя скважинами № 102Р и 1532, вскрывшими чисто нефтяную зону. Продуктивность залежи подтверждена результатами испытаний.

При испытании скважины № 102Р в интервале глубин с абсолютными отметками – 2728,9–2733,9 м получен приток нефти дебитом 2,8 м^3/сут., при СДУ – 999 м. При испытании скважин №№ 202Р (абс. отм. 2779,4-2805,4 м), 205Р (абс. отм. 2764,7–2784,7 м) и 111Р (абс. отм. 2741,6–2825,6 м) получены притоки воды дебитами 4, 12 и 31 м3/сут. соответственно. При испытании скважины № 116Р из интервала глубин с абсолютными отметками – 2714,2-2724,2 м притока не получено.

Структурные построения выполнены по данным бурения и результатам сейсморазведочных работ.

По данным ГИС кровля нефтенасыщенного коллектора вскрыта на глубинах с абсолютными отметками – 2728,9 м (скважина № 102Р) и – 2735,3 м (скважина № 1532Р). Абсолютная отметка залегания подошвы последнего нефтенасыщенного пропластка – 2735,9 м (скважина № 1532Р). Пласт выделяется на кривых ПС, ИК, ГК и БК. В скважине № 102Р коллектору соответствуют 2 максимума альфа ПС: 0.40, 0.73. Сопротивление в нефтенасыщенной части: 6,5 и 9,8 Ом · м.

Залежь ограничена: с запада и востока – изогипсой условного ВНК, с севера и юга – зоной неколлектора, вскрытой скважинами № 109Р, 1402Р, 116Р и 14585Р.

ВНК принят на отметке – 2735,9 м (по подошве последнего нефтенасыщенного пропластка в скважине № 1532Р).

Тип залежи – пластово-сводовая, литологически экранированная.

Размер залежи 3,3 × 4,5 км, высота – 35,9 м.

По строению пласт характеризуется как глинистое тело с включениями проницаемых пропластков.

Особенности пласта:

- небольшая нефтенасыщенная толщина – 1,8 м;
- крайне низкая проницаемость – 0,001 мкм^2;
- низкая нефтенасыщенность – 0,5.

Залежь пласта Ач$_4$

Залежь вскрыта пятью скважинами № 102Р, 116Р, 1402Р, 1532Р и 1585Р, две из которых (скважины № 102Р и 116Р) вскрыли чисто нефтяную зону. Продуктивность залежи подтверждена испытанием скважин № 102Р и 116Р.

При испытании скважины № 102Р в интервале глубин с абсолютными отметками 2762,9- 2778,9 м получен приток нефти дебитом 5,5 м^3/сут., СДУ – 1196,0 м. В скважине № 116Р при испытании интервала с абсолютными отметками 2751,2–2769,2 м получен приток нефти – 2,7 м^3/сут., СДУ – 1200,5 м.

По данным ГИС кровля нефтенасыщенного коллектора вскрыта на глубинах с абсолютными отметками от – 2745,7 м (скважина № 102Р) до – 2758,8 м (скважина № 1585Р). Абсолютная отметка залегания подошвы последнего нефтенасыщенного пропластка – 2779,6 м (скважина № 1585Р). Водонасыщенный коллектор вскрыт с абсолютных отметок – 2770,2 м (скважина № 104Р) и – 2802,0 м (скважина № 1230Р). Пласт выделяется на кривых ПС, ИК, ГК и БК.

Залежь ограничена: с запада, севера, востока – изогипсой ВНК, на севере контролируется скважиной № 109Р, вскрывшей водонасыщенный с кровли коллектор на отметке – 2783,2 м, с юга – зоной неколлектора, вскрытой скважинами: № 1350Р, 110Р и 103Р.

Среднее значение ВНК принято на отметке – 2778,0 м, для обоснования были привлечены данные бурения и результаты исследования скважин, вскрывших водонефтяную зону.

Тип залежи – пластово-сводовая, частично литологически экранированная.

Размер залежи 7,7 × 7,1 км, высота – 78 м.

По строению пласт характеризуется как глинистое тело с частым чередованием неравномерно распределённых по площади песчаных линз.

Особенности строения пласта:

- общая и эффективная толщина не выдержаны, в среднем равны соответственно 26,7 м и 9,7 м;
- нефтенасыщенная толщина в среднем по 5 скважинам равна 9,1 м.
- пласт сильно расчленён (расчленённость в среднем равна 8,3);
- средняя толщина проницаемого пропластка 1,2 м, непроницаемого – 2,1 м;
- коэффициент песчанистости – 0,36;
- проницаемость пласта крайне низкая, в среднем равна 0,003 мкм^2;
- нефтенасыщенность низкая, в среднем – 0,54.

Залежи пласта $ЮС_0$

Залежь пласта $ЮС_0$ вскрыта 11 разведочными и одной эксплуатационной скважиной. Все скважины вскрыли чисто нефтяную зону.

При испытании скважин № 101Р, 102Р, 103Р, 104Р, 106Р, 109Р, 110Р и 115Р получены безводные притоки нефти дебитами от 0,6 (скважина № 109Р) до 6,0 м^3/сут. (скважина № 103).

По данным ГИС кровля нефтенасыщенного коллектора вскрыта на глубинах с абсолютными отметками от – 2800,6 м (скважина № 106Р) до – 2908,0 м (скважина № 109Р). Абсолютная отметка залегания подошвы последнего нефтенасыщенного пропластка – 2935,0 м (скважина № 103Р).

Залежь ограничена с севера и запада зоной неколлектора, южная и восточная границы находятся за пределами лицензионного участка.

Тип залежи – литологически экранированная.

Размеры залежи в границах Тянского лицензионного участка 21,5 × 11,0 км.

По строению пласт характеризуется как глинистое тело с включениями песчаных линз.

Для пласта характерно:

- нефтенасыщенные толщины увеличиваются с северо-запада на юго-восток: от 2,6 (скважина № 1532) до 15,4 м (скважина № 106Р);
- общая толщина пласта в среднем равна 74 м (с запада на восток общая толщина увеличивается от 48,9 до 121,4 м);
- коэффициент песчанистости в среднем равен 0,14 (изменяется от 0,05 до 0,5);
- нефтенасыщенность в среднем равна 0,69.

Залежи пласта $ЮС_2$

Залежь в районе скважины № 202 выявлена одной скважиной, пробуренной в водонефтяной зоне.

При испытании в скважине интервала глубин с абсолютными отметками 2906,4–2917,4 м получен приток нефти с водой ($Q_н$ = 0,5 м^3/сут., $Q_в$ = 4,5 м^3/сут., СДУ – 1335,5 м).

По данным ГИС кровля нефтенасыщенного коллектора в скважине залегает на абсолютной отметке – 2908,4 м. Подошва последнего нефтенасыщенного коллектора на – 2911,2 м. Абсолютная отметка кровли водонасыщенного коллектора в скважине № 202Р – 2911,8 м.

Эффективная толщина составила 5 м, нефтенасыщенная – 2 м.

Залежь ограничена: с запада – зоной неколлектора, вскрытой скважиной № 200Р, на севере, востоке, юге – изогипсой ВНК, контролируется на севере скважиной № 222Р, вскрывшей водонасыщенный с кровли пласт на а.о. – 2919,8 м.

ВНК принят на отметке – 2911,8 м (кровля водонасыщенного коллектора скважины № 202Р).

Тип залежи – пластово-сводовая, литологически экранированная.

Размеры залежи 6,3 × 2,8 км, высота залежи – 26,8 м.

Залежь в районе скважины № 205. Залежь выявлена одной скважиной, вскрывшей чисто нефтяную зону. Продуктивность залежи подтверждена результатами испытаний.

При испытании скважины № 205Р в интервале глубин с абсолютными отметками – 2931,6 ÷ – 2934,6 м получен приток нефти 1,4 м^3/сут., при СДУ – 1274,5 м.

По материалам ГИС кровля нефтенасыщенного коллектора вскрыта на абсолютной отметке – 2931,8 м. Кровля последнего нефтенасыщенного пропластка залегает на глубине с абсолютной отметкой – 2934,2 м.

При доразведке месторождения в пределах залежи пробурена скважина № 1350Р, вскрывшая кровлю водонасыщенного коллектора на отметке – 2934,4 м. В непосредственной близости от границ залежи пробурена скважина № 1252Р, вскрывшая водонасыщенный коллектор с отметкой – 2956,4 м. Учёт данных бурения этих скважин изменил границы залежи.

ВНК условно принят на отметке – 2934,2 м (подошва нижнего нефтенасыщенного прослоя в скважине № 205Р).

Тип залежи – пластово-сводовая.

Размеры залежи 1,6 × 1,1 км, высота залежи – 2,4 м.

По строению пласт характеризуется как глинистое тело с включениями песчаных линз.

Для пласта характерно:

- небольшая нефтенасыщенная толщина (в среднем по двум скважинам равна 2 м);
- общая толщина пласта в среднем равна 20 м (толщина изменяется от 11,6 до 31,8 м);
- расчленённость пласта в среднем равна 3,6 (количество проницаемых пропластков изменяется от 2 до 5, коэффициент вариации 0,378);
- средняя толщина проницаемого пропластка равна 1,4 м (изменяется от 0,4 до 7,4 м);
- средняя толщина непроницаемого пропластка – 3,4 м (изменяется от 0,4 до 13,2 м);
- коэффициент песчанистости в среднем равен 0,24;
- проницаемость крайне низкая (в среднем равна 0,005 мкм^2);
- проницаемость пропластков изменяется в основном от 0,001 мкм^2 до 0,01 мкм^2;
- нефтенасыщенность низкая, в среднем равна 0,56.

Залежь пласта АС$_7$

В пределах месторождения выявлена одна нефтяная залежь в районе скважины № 202Р. Скважина вскрыла чисто-нефтяную зону.

Продуктивность залежи подтверждена результатами испытаний.

В результате испытаний интервала глубин с абсолютными отметками 2169,5–2172,5 м получен приток нефти – 5,4 м^3/сут. при СДУ – 12765,4 мм.

По данным ГИС кровля нефтенасыщенного коллектора вскрыта на глубине с абсолютной отметкой – 2167,2 м. Абсолютная отметка залегания подошвы последнего нефтенасыщенного пропластка – 2169,8 м. Пласт чётко выделяется на кривых ПС, ИК, ГК и БК. Коллектору в скважине соответствуют по 2 максимума альфа ПС: 0,45 и 0,63. Сопротивление в нефтенасыщенной части: 8,8 и 9,8 Ом · м.

Залежь ограничена изогипсой условного ВНК.

ВНК залежи проведен по подошве последнего нефтенасыщенного пропластка на глубине с абсолютной отметкой – 2169,8 м.

Тип залежи – пластово-сводовая.

Размер залежи 1,75 × 1,35 км, высота – 9,2 м.

Общая толщина пласта в пределах залежи равна 3,2 м.

Нефтенасыщенная толщина составляет 2,2 м.

Расчленённость пласта в пределах залежи равна 2. В границах утверждённого контура нефтеносности пробурено 4 транзитные скважины на пласт АС9. По данным ГИС во всех скважинах пласт водонасыщен. Опробование пласта не проводилось.

Таким образом, до испытания пласта в транзитных скважинах границы и размеры залежи следует рассматривать условно. Вероятно, границы залежи распространяются не далее 500 м от скважины № 202Р.

Перспективы нефтегазоносности

Месторождение открыто в 1985 году. Промышленная эксплуатация месторождения начата в 1995 году.

В соответствии с технологической схемой разрабатываются объекты – $АС_9$ и $АС_{10}$.

Объект $АС_9$

Действующих добывающих скважин – 340 (94 % от эксплуатируемых добывающих), из них с помощью (ШГН) эксплуатируется 72 скважин, они расположены, в основном, в краевой зоне и в первых рядах центральной части залежи, электроцентробежный насос (ЭЦН) эксплуатируется 268 скважин, которые вырабатывают центральную часть залежи. Действующих нагнетательных скважин – 163 (91 % от переведённых под закачку). В бездействующем добывающем фонде числится 22 скважин (6 % от эксплуатационного фонда добывающих скважин). 12 скважин бездействующего фонда до остановки характеризовались низкими дебитами нефти (7 скважин с дебитами 0,1–0,5 тонн/сут., 5 – с дебитами 1–2 тонн/сут.) это связано с низкими коллекторскими свойствами пласта в данном районе, есть также скважины с высокой обводненностью продукции (5 скважин с обводнённостью 85–95 % и 7 скважин с обводнённостью 98–99 %), в трёх совместных скважинах обводнён нижний пласт. По причине отсутствия притока жидкости остановлены 3 скважины, по техническим причинам – 2, в ожидании ГРП – 2. Все бездействующие скважины находятся в краевой части залежи и в стягивающих рядах.

В бездействующем нагнетательном фонде числится 16 скважин. Из них 6 скважин остановлены по ограничению закачки, 3 скважины находятся в ожидании капитального ремонта, на трёх скважинах нет приёмистости – это связано с плохими фильтрационными свойствами пласта и его низкой мощности, 4 скважины находятся в ожидании ликвидации по причине смещения эксплуатационной колонны (скважины № 1153, 1297, 1217 и 3201). В нагнетательном фонде числится две ликвидированные скважины. По сравнению с начальными показателями разработки, текущие дебиты скважин по нефти и жидкости выросли, в среднем соответственно с 10 до 24 тонн/сут. и с 12 до 43 тонн/сут. В 2018 году рост среднего дебита по нефти прекратился. В 2018–2020 гг. средний дебит по нефти стабилизировался на уровне 21 тонн/сут. Для поддержание стабильной добычи нефти, смена режима с менее на более производительный, выполнялась 2–4 раза. В динамике, изменение дебитов по каждой скважине показано на картах в графических приложениях. По мере роста обводнённости эффективность увеличения дебита жидкости снижается от 0,85 тонн/тонн при обводнённости менее 10 % до 0,08 тонн/тонн при обводнённости более 95 %. Многофакторный анализ причин малодебитности скважин показывает, что основными причинами работы скважин с дебитами менее 2,5 тонн/сут. являются заглинизированность или насыщенность водой нижней части разреза, что приводит к низкой продуктивности и ускоренному росту обводнённости скважин.

Объект $АС_{10}$

На 01.01.2025 г. в эксплуатационном фонде пласта $АС_{10}$ числится 330 скважины, в том числе добывающих – 222, из них действующих – 218, нагнетательных – 100, в том числе нагнетательных в отработке – 10, под закачкой – 90, в освоении – 1, в бездействии – 2. Действующих добывающих скважин – 218 (9 % от всех эксплуатируемых добывающих скважин), из них с помощью ШСН эксплуатируется 28 скважин, они расположены в северо-восточной части Мурьяунской площади, а так же часть скважин находится в приконтурной зоне. ЭЦН эксплуатируется 184 скважины, которые вырабатывают центральную часть залежи. Действующих нагнетательных скважин – 100 (98 % от переведённых под нагнетание скважин). В бездействующем добывающем фонде числится 16 скважин (6 % от эксплуатационного фонда добывающих скважин), все они до остановки характеризовались малыми дебитами (0,2–2,0 тонн/сут.) и высокой обводнённостью (75–99 %). Бездействующие скважины находятся большей частью на периферии залежи, четыре скважины расположены в районе центрального прогиба Мурьяунской площади.

В бездействующем нагнетательном фонде числится 2 скважины. Скважины остановлены по технической и технологической причинам. По сравнению с начальными текущие дебиты скважин по нефти и жидкости выросли в среднем соответственно с 22 до 29 тонн/сут. и с 34 до 134 тонн/сут. С 2018 года средний дебит по нефти стабилизировался на уровне 25–26 тонн/сут.

Многофакторный анализ причин низкодебитности скважин показывает, что основными причинами работы скважин с дебитами нефти менее 5 тонн/сут. являются:

- геологические причины: значительная доля водонасыщенной толщины в разрезе скважин, маленькие толщи, (или их отсутствие) глинистого раздела между нефтенасыщенной и водонасыщенной частями пласта.
- технологические причины: выработка запасов и обводнение нагнетаемой водой скважин первых рядов.

В совместной эксплуатации пластов $АС_9$ и $АС_{10}$ находятся 62 скважины, из них 58 скважин добывающего фонда и 4 – нагнетательного. Действующий добывающий фонд составляет 36 скважин (эксплуатируются ШСН – 10, они расположены на периферии южной части Турынской площади, ЭЦН – 26), бездействующий фонд – 3 скважины, контрольных – 13, ликвидированных – 6. В нагнетательном фонде числятся 4 скважины, находящиеся в отработке на нефть.

Литература

1. Жарикова Н.Х. Анализ проведения геолого-технических мероприятий на Береговом нефтегазоконденсатном месторождении / Н.Х. Жарикова, Л.Г. Кусова, И.Д. Лаптинова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2022. – № 4. – С. 310–324.
2. Жарикова Н.Х. Анализ геологического строения отложений баженовской свиты Снежного нефтяного месторождения / Н.Х. Жарикова, О.В. Савенок, Л.Г. Кусова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 1. – С. 171–180.
3. Создание комплексной геолого-технической модели для повышения эффективности разработки III эксплуатационного объекта нефтегазоконденсатного месторождения / Н.Х. Жарикова [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 2. – С. 274–299.
4. Эффективность применения геолого-технических мероприятий при разработке месторождений / М.В. Муравлева [и др.] // Research. Engineering. Extreme. 2021: материалы Международной научно-практической конференции (03 июня 2021 года, г. Краснодар). – Краснодар : ООО «Издательский Дом – Юг», 2021. – С. 175–181.
5. Новожилов Е.Г. Характеристика состояния разработки Мурьяунского месторождения // Инструменты и механизмы современного инновационного развития: Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции (13 октября 2018 года, г. Уфа). – Уфа : ООО «Агентство международных исследований», 2018. – С. 14–16.
6. Новожилов Е.Г. Состояние разработки объекта $АС_{9-10}$ Мурьяунского месторождения // Инструменты и механизмы современного инновационного развития: Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции (13 октября 2018 года, г. Уфа). – Уфа : ООО «Агентство международных исследований», 2018. – С. 16–18.
7. Полиенков В.В. Сравнение проектных и фактических показателей разработки Мурьяунского месторождения // Решение прикладных задач нефтегазодобычи на основе классических работ А.П. Телкова и А.Н. Лапердина: материалы национальной научно-технической конференции (05 декабря 2019 года, г. Тюмень). – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2021. – С. 106–107.
8. Савенок О.В. Анализ проблем снижения продуктивности скважин в процессе их эксплуатации на Ай-Пимском месторождении / О.В. Савенок, Л.Г. Кусова // Прорывные технологии в разведке, разработке и добыче углеводородного сырья: тезисы докладов (15–16 ноября 2022 года, г. Санкт- Петербург). – СПб. : Санкт-Петербургский горный университет, 2022. – 109 с.
9. Савенок О.В. Добыча углеводородного сырья в условиях диверсификации мировых энергетических систем / О.В. Савенок, Л.Г. Кусова // Инновационные технологии в производстве строительных материалов и конструкций: Сборник научных трудов Международного симпозиума (27–28 ноября 2020 года, г. Ташкент). – Ташкент : Ташкентский архитектурно-строительный институт, 2020. – С. 306–316.
10. Савенок О.В. Анализ применения геолого-технических мероприятий на Ахтынском нефтяном месторождении / О.В. Савенок, Е.У. Сафиуллина, Л.Г. Кусова // Булатовские чтения. – 2022. – Т. 1. – С. 281–289.
11. Савенок О.В. Анализ причин снижения нефтеотдачи на Западно-Хоседаюском месторождении и рекомендации для внедрения геолого-технических мероприятий / О.В. Савенок, Е.У. Сафиуллина, Л.Г. Кусова // Булатовские чтения. – 2022. – Т. 1. – С. 290–298.

12. Савенок О.В. Анализ технико-экономической эффективности вариантов разработки Мичаюского месторождения / О.В. Савенок, Е.У. Сафиуллина, Л.Г. Кусова // Булатовские чтения. – 2022. – Т. 1. – С. 299–310.
13. Сафиуллина Е.У. Выбор экономически целесообразного и технологически оптимального сценария разработки группы месторождений Денисовской площади / Е.У. Сафиуллина, Л.Г. Кусова // Прорывные технологии в разведке, разработке и добыче углеводородного сырья: тезисы докладов (15–16 ноября 2022 года, г. Санкт-Петербург). – СПб. : Санкт-Петербургский горный университет, 2022. – 116 с.
14. Семёнов М.С. Эксплуатация осложнённого фонда скважин на Мурьяунском месторождении // Проблемы рационального природопользования и история геологического поиска в Западной Сибири: Сборник тезисов VI региональной молодёжной конференции имени В.И. Шпильмана (28–29 марта 2018 года, г. Ханты-Мансийск). – Ханты-Мансийск : ООО «Югорский формат», 2018. – С. 20–23.
15. Федин В.Д. Литологические особенности залежи Мурьяунского месторождения и их формирование / В.Д. Федин, А.Е. Воробьёв, А.С. Каукенова // Современные проблемы механики, энергоэффективность сооружений и ресурсосберегающие технологии: Сборник трудов научной школы – семинара молодых учёных и студентов с Международным участием (15–17 сентября 2015 года, г. Москва). – М. : Российский университет дружбы народов, 2015. – С. 18–24.
16. Мероприятие по воздействию на призабойную зону пласта АС10 Мурьяунского месторождения / Р.Н. Халимов [и др.] // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2015: Сборник трудов Международной научно-технической конференции (13 марта 2015 года, г. Октябрьский) : в 2 т. – Уфа : Издательство «Аркаим», 2015. – Т. 1. – С. 255–264.
17. Шиян С.И. Геолого-промысловое и технико-экономическое обоснование вариантов разработки Латыповского нефтяного месторождения / С.И. Шиян, А.А. Слепцов, Л.Г. Кусова // Научный потенциал вуза – производству и образованию: Сборник статей по материалам III Международной научно-практической конференции, посвящённой 75-летию Победы советского народа в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. (04–05 декабря 2020 года, г. Армавир). – Армавир : ООО «Редакция газеты «Армавирский собеседник»», 2021. – С. 147–157.
18. Шиян С.И. Технико-экономический анализ проектных решений по разработке Латыповского нефтяного месторождения / С.И. Шиян, П.А. Суховерова, Л.Г. Кусова // Научный потенциал вуза – производству и образованию: Сборник статей по материалам III Международной научно-практической конференции, посвящённой 75-летию Победы советского народа в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. (04–05 декабря 2020 года, г. Армавир). – Армавир : ООО «Редакция газеты «Армавирский собеседник»», 2021. – С. 177–186.

References

1. Zharikova N.Kh. Analysis of geological and technical measures at the Beregovoye oil and gas condensate field / N.Kh. Zharikova, L.G. Kusova, I.D. Laptinova // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2022. – № 4. – P. 310–324.
2. Zharikova N.Kh. Analysis of the geological structure of the Bazhenov Formation deposits of the Snezhnoye oil field / N.Kh. Zharikova, O.V. Savenok, L.G. Kusova // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2023. – № 1. – P. 171–180.
3. Creation of a comprehensive geological and technical model to improve the efficiency of development of the third operational facility of an oil and gas condensate field / N.Kh. Zharikova [et al.] // Science. Technology. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2025. – № 2. – P. 274–299.
4. Efficiency of applying geological and technical measures in field development / M.V. Muravleva [et al.] // Research. Engineering. Extreme. 2021: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (June 3, 2021, Krasnodar). – Krasnodar : JSC «Izdatelsky Dom – Yug», 2021. – P. 175–181.
5. Novozhilov E.G. Characteristics of the state of development of the Muryaunskoye field // Tools and mechanisms of modern innovative development: Collection of articles based on the results of the International Scientific and Practical Conference (October 13, 2018, Ufa). – Ufa : OOO Agency for International Research, 2018. – P. 14–16.
6. Novozhilov E.G. Development status of the $AC_{9–10}$ Muryaunskoye field facility // Tools and mechanisms of modern innovative development: Collection of articles based on the results of the International scientific and practical conference (October 13, 2018, Ufa). – Ufa : LLC «Agency for International Research», 2018. – P. 16–18.
7. Polienkov V.V. Comparison of design and actual development indicators of the Muryaunskoye field // Solving applied problems of oil and gas production based on the classical works of

A.P. Telkov and A.N. Laperdin: Proceedings of the national scientific and technical conference (December 5, 2019, Tyumen). – Tyumen : Tyumen Industrial University, 2021. – P. 106–107.
8. Savenok O.V. Analysis of the problems of reducing well productivity during their operation at the Ai-Pimskoye field / O.V. Savenok, L.G. Kusova // Breakthrough technologies in exploration, development and production of hydrocarbon raw materials: abstracts of reports (November 15–16, 2022, St. Petersburg). – SPb. : St. Petersburg Mining University, 2022. – 109 p.
9. Savenok O.V. Production of hydrocarbon raw materials in the context of diversification of world energy systems / O.V. Savenok, L.G. Kusova // Innovative technologies in the production of building materials and structures: Collection of scientific papers of the International symposium (November 27–28, 2020, Tashkent). – Tashkent : Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering, 2020. – P. 306–316.
10. Savenok O.V. Analysis of the application of geological and technical measures at the Akhtynskoye oil field / O.V. Savenok, E.U. Safiullina, L.G. Kusova // Bulatovskie chteniya. – 2022. – Vol. 1. – P. 281–289.
11. Savenok O.V. Analysis of the reasons for the decline in oil recovery at the Zapadno-Khosedayuskoye field and recommendations for the implementation of geological and technical measures / O.V. Savenok, E.U. Safiullina, L.G. Kusova // Bulatovskie chteniya. – 2022. – Vol. 1. – P. 290–298.
12. Savenok O.V. Analysis of the technical and economic efficiency of development options for the Michayuskoye field / O.V. Savenok, E.U. Safiullina, L.G. Kusova // Bulatov readings. – 2022. – Vol. 1. – P. 299–310.
13. Safiullina E.U. Selection of an Economically Feasible and Technologically Optimal Scenario for the Development of a Group of Fields in the Denisovskaya Area / E.U. Safiullina, L.G. Kusova // Breakthrough Technologies in Exploration, Development, and Production of Hydrocarbon Raw Materials: Abstracts of Reports (November 15–16, 2022, St. Petersburg). – SPb. : St. Petersburg Mining University, 2022. – 116 p.
14. Semenov M.S. Operation of a Complicated Well Stock at the Muryaunskoye Field // Problems of Rational Nature Management and the History of Geological Prospecting in Western Siberia: Collection of Abstracts of the VI Regional Youth Conference named after V.I. Shpilman (March 28–29, 2018, Khanty-Mansiysk). – Khanty-Mansiysk : LLC Yugorsky Format, 2018. – P. 20–23.
15. Fedin V.D. Lithological features of the Muryaunskoye field deposit and their formation / V.D. Fedin, A.E. Vorobyov, A.S. Kaukenova // Modern problems of mechanics, energy efficiency of structures and resource-saving technologies: Collection of works of the scientific school – seminar of young scientists and students with international participation (September 15-17, 2015, Moscow). – M. : Peoples' Friendship University of Russia, 2015. – P. 18–24.
16. Measure to influence the bottomhole zone of the AC10 formation of the Muryaunskoye field / R.N. Khalimov [et al.] // Modern technologies in the oil and gas industry – 2015: Collection of works of the International scientific and technical conference (March 13, 2015, Oktyabrsky) : in 2 vol. – Ufa : Arkaim Publishing House, 2015. – Vol. 1. – P. 255–264.
17. Shiyan S.I. Geological, field and feasibility study of development options for the Latypovskoye oil field / S.I. Shiyan, A.A. Sleptsov, L.G. Kusova // Scientific potential of the university – for production and education: Collection of articles based on the materials of the III International scientific and practical conference dedicated to the 75th anniversary of the Victory of the Soviet people in the Great Patriotic War of 1941–1945 (December 4–5, 2020, Armavir). – Armavir : LLC «Editorial Office of the newspaper «Armavirsky Sobesednik»», 2021. – P. 147–157.
18. Shiyan S.I. Technical and economic analysis of design solutions for the development of the Latypovskoye oil field / S.I. Shiyan, P.A. Sukhoverova, L.G. Kusova // Scientific potential of the university – for production and education: Collection of articles based on the materials of the III International scientific and practical conference dedicated to the 75th anniversary of the Victory of the Soviet people in the Great Patriotic War of 1941–1945 (December 4–5, 2020, Armavir). – Armavir : Editorial office of the Armavirsky Sobesednik newspaper, LLC, 2021. – P. 177–186.

УДК 622.248.67

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЗАРЕЗКИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ БОКОВЫХ СТВОЛОВ В ПРОДУКТИВНОМ ПЛАСТЕ $БС_{4–5}$ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

♦♦♦♦♦

JUSTIFICATION OF THE EFFICIENCY OF USING THE HORIZONTAL SIDETRACKING TECHNOLOGY IN THE PRODUCTIVE RESERVOIR $BS_{4–5}$ OF THE OIL FIELD

Петрушин Евгений Олегович
мастер по добыче нефти, газа и конденсата,
цех по добыче нефти и газа № 4,
Мурьяунское месторождение
НГДУ «Нижнесортымскнефть»
eopetrushin@yahoo.com

Аннотация. Зарезка боковых стволов – это бурение на существующей скважине второго ствола с целью сокращения бездействующего фонда скважин, интенсификации притока нефти, а в некоторых случаях и увеличения нефтеотдачи, если новый ствол увеличивает коэффициент охвата или коэффициент вытеснения нефти. Данный метод отлично зарекомендовал себя на рассматриваемом нефтяном месторождении. Его проведение по сравнению с другими методами позволяет при малом объёме мероприятий достичь высокую дополнительную добычу, а также сократить бездействующий фонд скважин. Для этой цели выбраны три скважины № 1012, 1054 и 1087, рассчитанные дебиты которых показывают, что при большем подборе и вовлечении бездействующих и малодебитных скважин метод зарезки боковых горизонтальных стволов позволяет существенно увеличить добычу нефти, тем самым сделать разработку месторождения более эффективной.

Ключевые слова: эффективность системы разработки; зарезка боковых горизонтальных стволов; обоснование выбора скважин-кандидатов; основные критерии, влияющие на выбор скважин-кандидатов; расчёт дебита нефти горизонтальных скважин; расчёт прогнозируемых показателей работы скважин; расчёт гидродинамических моделей в ПО tNavigator.

Petrushin Evgeniy Olegovich
Master of Oil, Gas
and Condensate Production, Oil
and Gas Production Workshop № 4,
Muryaunskoye field
NGDU Nizhnesortymskneft
eopetrushin@yahoo.com

Annotation. Sidetracking is the drilling of a second wellbore at an existing well to reduce the number of idle wells, enhance oil flow, and, in some cases, increase oil recovery if the new wellbore increases the sweep efficiency or oil displacement efficiency. This method has proven itself at the oil field in question. Compared to other methods, it allows for high incremental production with minimal intervention and reduces the number of idle wells. Three wells, № 1012, 1054, and 1087, were selected for this purpose. Their calculated flow rates show that by selecting and engaging more idle and low-flowing wells, horizontal sidetracking can significantly increase oil production, thereby making field development more efficient.

Keywords: development system efficiency; sidetracking; justification of candidate well selection; key criteria influencing candidate well selection; calculation of horizontal well oil flow rates; calculation of projected well performance; calculation of hydrodynamic models in tNavigator software.

Общие сведения о месторождении

Большинство месторождений Западной Сибири находятся на стадии падения добычи, которое происходит вследствие уменьшения дебита добывающих скважин и увеличения содержания воды в добываемой продукции. А в современных экономических реалиях вопрос увеличения рентабельности разработки и эксплуатации залежей нефти нуждается в особом внимании. К такому типу месторождений относится и рассматриваемое крупное нефтяное месторождение, открытое в 1990 году и разрабатываемое с 1994 года, т.е. больше 30 лет оно находится в промышленной разработке.

Анализируя литолого-стратиграфическую характеристику месторождения, необходимо выделить ахскую свиту, в которой находится рассматриваемый продуктивный пласт $БС_{4–5}$.

В пласте $БС_{4–5}$ установлено наличие трёх залежей:

- основная залежь 1 расположена в центре месторождения. Размеры залежи: длина 52–59 км, ширина 7–24 км, высота залежи 256 м. Является литологически экранированной. Вся залежь относится к чисто нефтяной зоне;

• залежь 2 в районе скважины № 191Р с юга и юго-востока оконтурена линией замещения, с севера и северо-запада – линией ВНК. Размеры залежи 10,3 × 4,0 км, высота 33 м, тип залежи – литологически экранированная. Залежь вскрыта скважинами № 190Р, 108Р и 191Р в чисто нефтяной зоне;

• залежь 3 в районе скважины № 232Р выявлена в двух скважинах № 232Р и 413r, в близлежащих разведочных скважинах (№ 235Р, 282Р, 17Р, 231Р, 140Р) отмечается значительное ухудшение коллекторских свойств пласта. Размеры залежи 7,1 × 3,2 км, высота залежи 127 м. Залежь литологически экранированная.

Таким образом, наиболее разрабатываемый пласт БС4-5 находится в ахской свите на глубине 2285–2520 м. Характерной особенностью пласта является его достаточно сложное геологическое строение [1]. Разработка пласта ведётся на основной залежи, т.к. остальные залежи менее изучены. Геолого-физическая характеристика пласта $БС_{4–5}$ приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Геолого-физическая характеристика пласта $БС_{4–5}$

Параметры	Пласт $БС_{4–5}$
Средняя глубина залегания (а.о.), м	2514
Абсолютная отметка ВНК, м	2528
Тип залежи	пластовая и литологически экранированная
Тик коллектора	терригенный, поровый
Площадь нефтегазоносности, тыс. $м^2$	1119620
Средняя общая толщина, м	60,5
Средняя эффективная нефтенасыщенная толщина, м	8,2
Пористость, %	16,0-17,0
Коэффициент нефтенасыщенности ЧНЗ, доли ед.	0,56-0,62
Коэффициент нефтенасыщенности ВНЗ, доли ед.	–
Коэффициент нефтенасыщенности пласта, доли ед.	0,56-0,62
Проницаемость, 10–3 $мкм^2$	2,2
Коэффициент песчанистости, доли ед.	0,42
Расчленённость	10,6
Начальная пластовая температура, °С	97
Начальное пластовое давление, МПа	25,4
Вязкость нефти в пластовых условиях, мПа · с	1
Плотность нефти в пластовых условиях, тонн/$м^3$	0,759
Плотность нефти в поверхностных условиях, тонн/м	0,855
Объёмный коэффициент нефти, доли ед.	1,211
Содержание серы в нефти, %	0,86
Содержание парафина в нефти, %	3,15
Давление насыщения нефти газом, МПа	11,6
Газосодержание в нефти, $м^3$/тонн	75
Содержание сероводорода, %	отсутствует
Вязкость воды в пластовых условиях, мПа × с	0,31
Плотность воды в пластовых условиях, тонн/$м^3$	0,972
Сжимаемость, 1/МПа × 10^{-4} нефти воды породы	 14,4 4,9 3,94
Коэффициент продуктивности, $м^3$/сут. · МПа	2,4
Коэффициент вытеснения, доли ед.	0,545

Анализируя геолого-физическую характеристику пласта $БС_{4–5}$, важно отметить довольно высокие значения коэффициента песчанистости и коэффициента расчленённости, что говорит о небольшой эффективной толщине продуктивного пласта и его высокой вертикальной неоднородности [2]. Также пласт классифицируется, как терригенный, поровый, слабопроницаемый со средней пористостью.

Физико-химические свойства пластовой нефти пласта $БС_{4–5}$ приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические свойства пластовой нефти пласта $БС_{4–5}$

Наименование	Значение
Пластовое давление, МПа	25,4
Пластовая температура, °С	97
Давление насыщения газом, МПа	11,6
Газосодержание, $м^3/т$	75
Плотность в условиях пласта, $кг/м^3$	759
Вязкость, мПа × с	1,0
Коэффициент объёмной упругости, $1/МПа \times 10^{-4}$	14,4
Объёмный коэффициент, доли ед.	1,211
Плотность нефтяного газа при 20 °С и 0,1 МПа, $кг/м^3$	0,95
Плотность дегазированной нефти при 20 °С и 0,1 МПа, $кг/м^3$	855

По запасам месторождение относится к крупным, так как извлекаемые запасы нефти составляют 132 млн тонн. Текущий КИН более чем почти в два раза меньше проектного, поэтому с целью увеличения текущего КИН необходимо применение различных методов увеличения нефтеотдачи и интенсификации притока.

Анализ текущего состояния разработки объекта $БС_{4–5}$

Анализ технологических показателей разработки объекта $БС_{4–5}$ показал динамику изменения накопленной добычи и годовой добычи, дебитов, приёмистости и обводнённости [3]. Месторождение разрабатывается с 1994 года, с 2020 по 2023 гг. можно выделить этап максимальной добычи нефти – в этот промежуток времени годовая добыча достигла максимума 8,649 млн тонн и не опускалась ниже, чем на 10 % от максимума. С 2024 года началось снижение добычи нефти, и в 2025 году она составила 7,502 млн тонн, что говорит об этапе падения добычи.

Основные технологические показатели объекта $БС_{4–5}$ с 1994 по 2025 гг. приведены на рисунках 1 и 2.

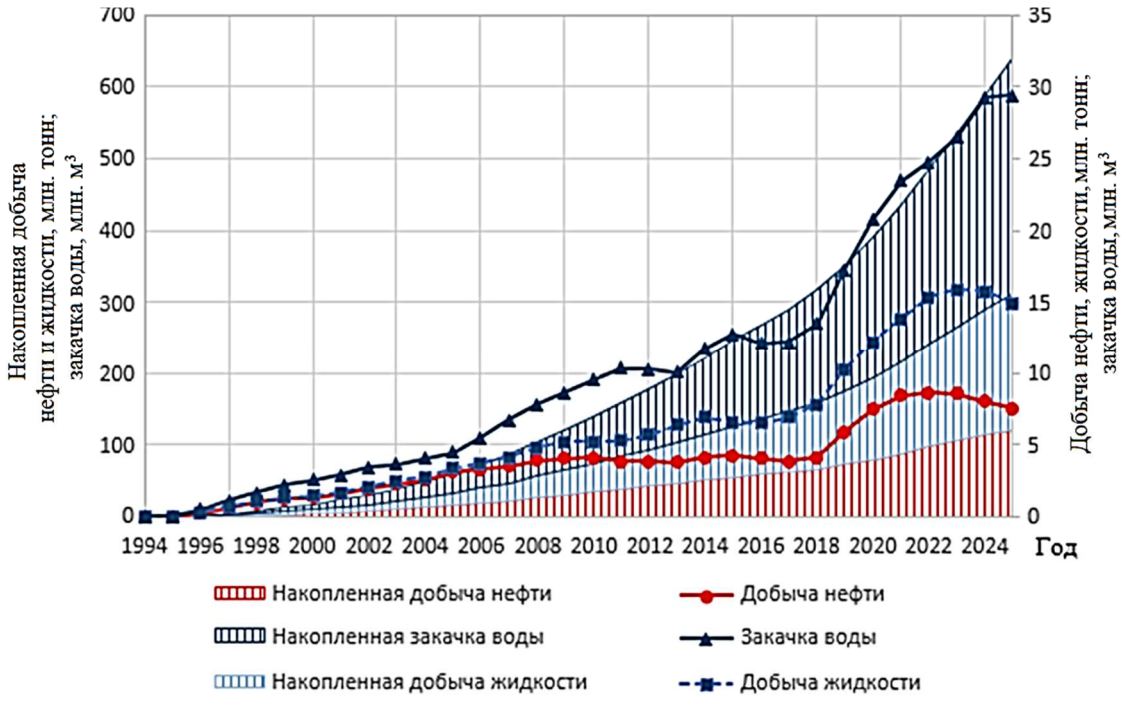


Рисунок 1 – Динамика накопленной добычи и годовой добычи

На 01.01.2026 г. годовая добыча нефти по объекту $БС_{4–5}$ составляет 120,811 млн тонн с обводнённостью продукции 49,7 %. Месторождение находится на третьей стадии разработки.

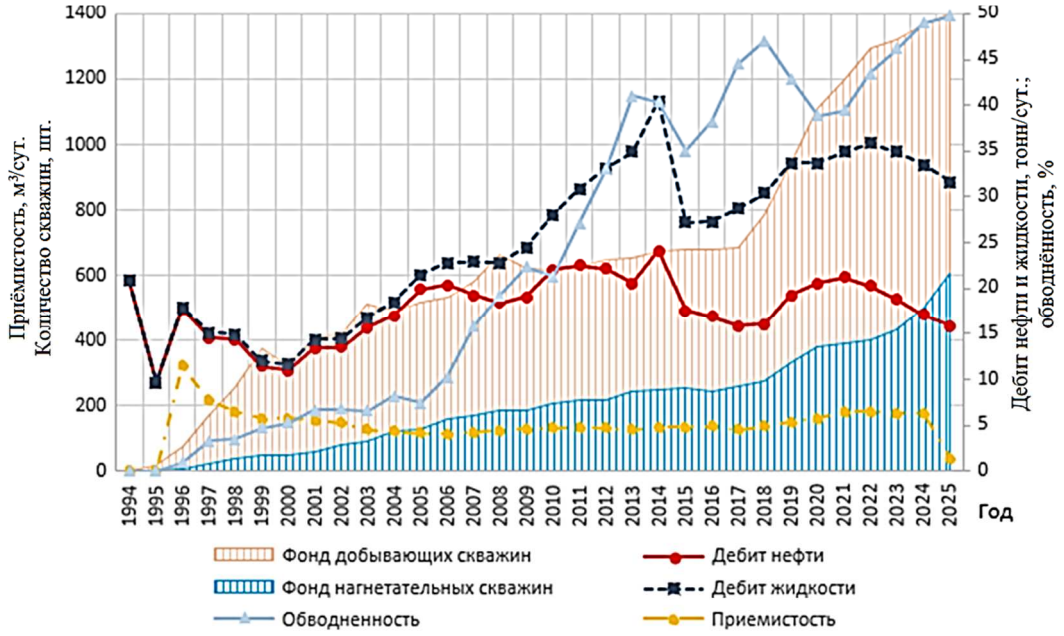


Рисунок 2 – Динамика дебитов, приёмистости и обводнённости

За анализируемый период времени (2021–2025 гг.) стоит отметить недостижение проектных показателей по добыче нефти и дебиту нефти. Несмотря на это, отклонения по добыче нефти допустимы, так как не превышают 15 %. А такие регламентируемые отклонения, как действующий фонд добывающих и нагнетательных скважин, напротив, намного превышают проектные показатели. Также стоит отметить недостижение по приёмистости в 70 %, что могло стать причиной снижения добычи нефти.

По сравнению с остальными системами разработки система с горизонтальными скважинами и МГРП внедрилась относительно недавно. Несмотря на это данная система уже показала свою эффективность, так как накопленная добыча за 4 года составила 4,150 млн тонн. Система является довольно перспективной в связи с применением на площади с довольно большими начальными геологическими запасами. Тем не менее, наибольшую эффективность на данный момент показывают трёхрядные системы с треугольным и уплотнённым размещением.

Сравнение проектных и фактических показателей разработки

По имеющимся данным за 2021–2025 гг. построены зависимости и представлены в виде диаграмм и графиков основные проектные и фактические технологические показатели разработки (рис. 3–5).

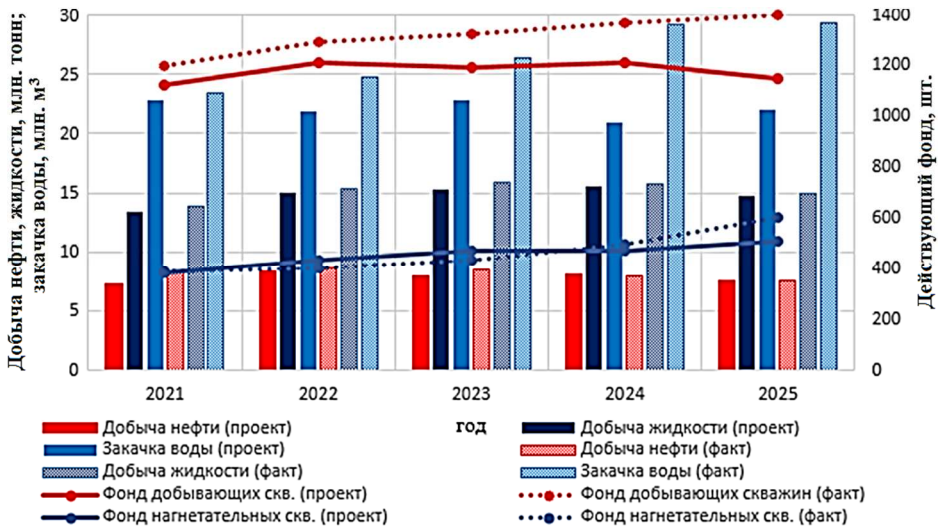


Рисунок 3 – Сравнение проектных и фактических значений добычи нефти, жидкости, закачки воды и действующего фонда

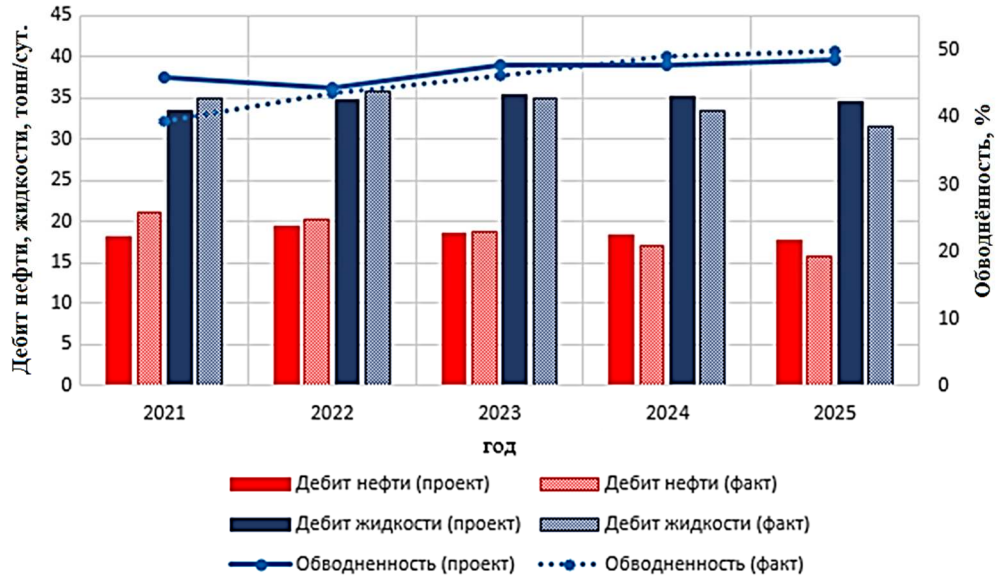


Рисунок 4 – Сравнение проектных и фактических значений дебита нефти, жидкости и обводнённости

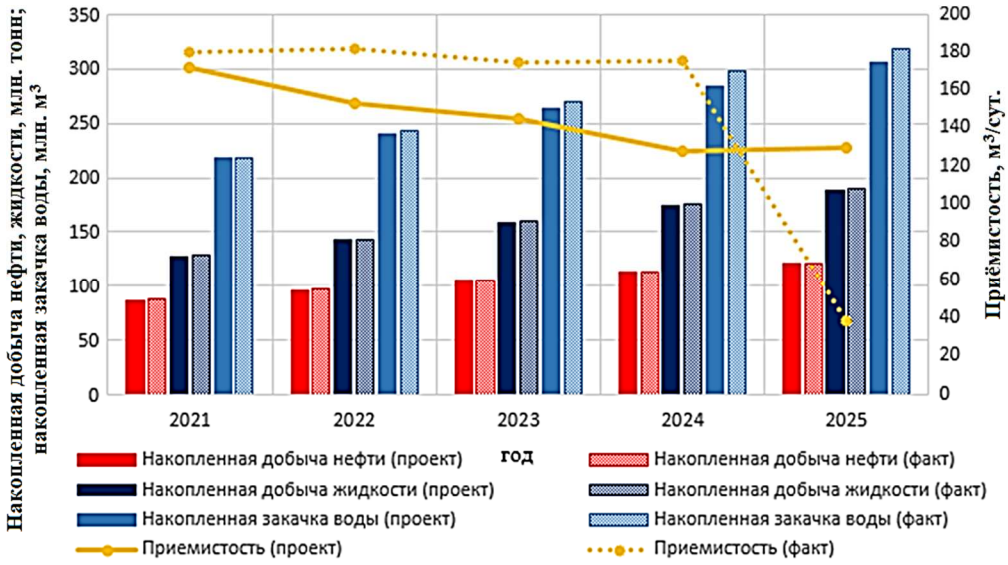


Рисунок 5 – Сравнение проектных и фактических значений накопленной добычи нефти, жидкости, закачки воды и приёмистости

В таблице 3 приведено отклонение фактических показателей от проектных объекта $БС_{4–5}$.

Таблица 3 – Отклонение фактических показателей от проектных объекта $БС_{4–5}$

Показатели	Отклонение фактических показателей от проектных, %				
	2021	2022	2023	2024	2025
1	2	3	4	5	6
Добыча нефти	16,21	3,51	6,86	–1,15	–0,95
Добыча жидкости	3,82	2,27	3,76	1,26	1,21
Закачка воды	3,15	12,98	16,31	39,35	33,28
Накопленная добыча нефти	1,35	0,3	0,8	0,66	0,56
Накопленная добыча жидкости	0,41	0,25	0,59	0,65	0,69
Накопленная закачка воды	0,33	1,18	2,48	5,2	3,96
Дебит нефти	16,48	4,64	1,62	–7,07	–10,17

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6
Дебит жидкости	3,87	3,46	–1,41	–4,83	–8,41
Приёмистость	4,94	18,68	20,59	36,6	–70,18
Обводнённость	–14,16	–1,58	–3,14	2,51	2,26
Действующий фонд добывающих нефтяных скважин	6,85	6,75	11,18	13,07	21,86
Действующий фонд нагнетательных скважин	2,89	–6,93	–8,49	6,17	19,33

За анализируемый период времени наблюдается уменьшение отклонения фактической добычи нефти от проектной. Так как проектный уровень годовой добычи нефти по месторождению входит в диапазон от 5 до 10 млн тонн, то допустимое отклонение составляет ±15 %. В данный диапазон попадают отклонения с 2022 по 2025 гг. В 2021 году наблюдается превышение отклонения на 1,21 %. Также необходимо выделить отклонения действующего фонда добывающих и нагнетательных скважин. Для данной категории отклонение зависит от проектных значений количества скважин. Стоит отметить, что отклонения регламентируются только в сторону уменьшения количества действующих скважин. В связи с этим можно сделать вывод о том, что отклонения для добывающих скважин соответствуют требованиям, так как на месторождении наблюдается только превышение фактических показателей над проектными. На действующих нагнетательных скважинах уменьшение количества скважин происходит только в 2022–2023 гг. Допустимое отклонение для нагнетательных скважин при количестве скважин более 201 шт. составляет 20 %. Все рассчитанные отклонения входят в этот диапазон.

По остальным показателям отклонения незначительные, кроме отклонения приёмистости, которое в 2025 году составило минус 70,18 %.

Анализ состояния фонда скважин

По состоянию на 01.01.2026 г. проектный фонд скважин объекта $БС_{4–5}$ реализован на 57,4 %. На объекте числится 2441 скважин, из них: добывающих – 1564 (в том числе действующих – 1399, в бездействии – 165), нагнетательных – 664 (в том числе действующих – 602, в бездействии – 60, в освоении – 2), в консервации – 62, ликвидированных – 64, в ожидании ликвидации – 15 скважин, контрольных – 72 (49 пьезометрических и 23 наблюдательных).

Анализ эффективности системы разработки

На объекте $БС_{4–5}$ разработка ведётся с 1994 года. Накопленная добыча нефти по объекту составляет 120,811 млн. тонн, отбор нефти от НИЗ – 47,6 % при обводнённости 49,7 %, текущий КИН – 0,195 при утверждённом значении КИН 0,410.

На объекте сформировано несколько систем разработки (рис. 6):

1) трёхрядная система с плотностью сетки 25 га/скв. с треугольным размещением скважин и формированием очагов заводнения в центральном (стягивающем) добывающем ряду через одну скважину в центральной и восточной частях основной залежи;

2) трёхрядная система с плотностью сетки 25 га/скв. с квадратным (лобовым) размещением скважин и формированием очагов заводнения в центральном (стягивающем) добывающем ряду через одну скважину в северо-восточной части основной залежи;

3) два участка с уплотнённой трёхрядной системой с плотностью сетки 16 га/скв. (в центральной и северной частях основной залежи) с треугольным размещением скважин;

4) девятиточечная система с плотностью сетки 25 га/скв. в северной и южной частях основной залежи;

5) недосформированная трёхрядная система с плотностью сетки 25 га/скв. в южной части основной залежи;

6) однорядная система в северной части залежи с плотностью сетки 25 га/скв.;

7) участки с однорядной системой горизонтальных скважин. Длина горизонтального ствола – 1000–1500 м, проведение МГРП, расстояние между добывающими и нагнетательными рядами 300 м, расстояние между добывающими скважинами в ряду 400 м.

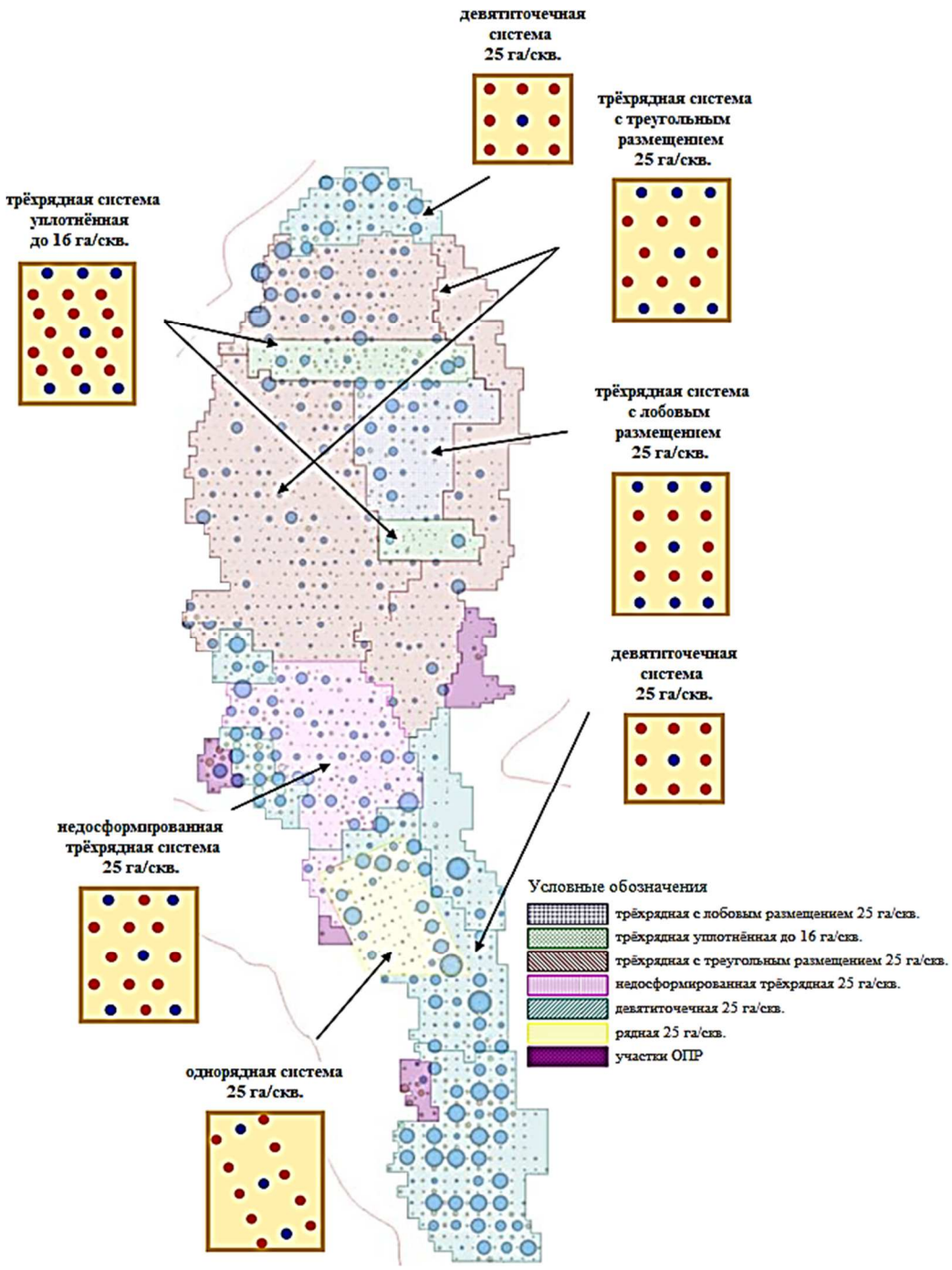


Рисунок 6 – Системы разработки объекта БС4-5

В таблице 4 приведена эффективность систем разработок на объекте $БС_{4–5}$ за 2021–2025 гг., в таблице 5 – сравнение эффективности систем разработки.

Таблица 4 – Эффективность систем разработок на объекте $БС_{4–5}$ за 2021–2025 гг.

Обводнённость, %	ВНФ, доли ед.	КИН, доли ед.	Начало бурения, год	Кол-во скважин, шт.	Начальные геологические запасы, млн тонн	Накопленная добыча, млн тонн	Удельная добыча, тыс. тонн/скв.
1	2	3	4	5	6	7	8
трёхрядная система с треугольным размещением 25 га/скв.							
57,4	1,3	0,309	1996	912	197,218	60,848	66,7
трёхрядная с квадратным (лобовым) размещением 25 га/скв.							
86,3	4,0	0,392	1996	164	29,735	11,654	71,1

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8
трёхрядная уплотнённая с треугольным размещением 16 га/скв.							
69,5	2,3	0,396	1999	157	33,484	13,291	84,7
девятиточечная ЮГ 25 га/скв.							
17,7	0,2	0,130	2018	558	91,815	11,998	21,5
девятиточечная СЕВЕР 25 га/скв.							
35,2	0,5	0,179	2017	102	19,615	3,512	34,4
недосформированная трёхрядная 25 га/скв.							
44,2	0,8	0,213	2009	199	56,615	12,085	60,7
однорядная 25 га/скв.							
16,9	0,2	0,172	2018	115	18,997	3,270	28,4
ГС + МГРП							
14,7	0,3	0,082	2021	234	50,199	4,150	17,7

Таблица 5 – Сравнение эффективности систем разработки

Показатель	Система
наибольшая эффективность	
Обводнённость	трёхрядная с лобовым размещением 25 га/скв.
ВНФ	трёхрядная с лобовым размещением 25 га/скв.
КИН	трёхрядная уплотнённая до 16 га/скв.
Накопленная добыча	трёхрядная с треугольным размещением 25 га/скв.
Удельная добыча	трёхрядная уплотнённая до 16 га/скв.
Более длительная разработка	трёхрядная с лобовым и треугольным размещением
наименьшая эффективность	
Обводнённость	ГС + МГРП
ВНФ	однорядная 25 га/скв.
КИН	ГС + МГРП
Накопленная добыча	однорядная 25 га/скв.
Удельная добыча	ГС + МГРП
Менее длительная разработка	ГС + МГРП

Системы разработки объекта $БС_{4–5}$ характеризуются по степени эффективности по различным показателям. Наиболее эффективные системы разработки – трёхрядная уплотнённая с треугольным размещением с плотностью сетки 16 га/скв. и трёхрядная система с треугольным размещением с плотностью сетки 25 га/скв.; наименее эффективная – однорядная система с плотностью сетки 25 га/скв. Перспективной считается система разработки с горизонтальными скважинами и МГРП [4].

Анализ эффективности методов интенсификации притока и увеличения нефтеотдачи, применяемых на объекте $БС_{4–5}$

Основными геолого-техническими мероприятиями в целях интенсификации притока и увеличения нефтеотдачи, проводимыми на объекте $БС_{4–5}$, являются гидроразрыв пласта (ГРП) [5], водоизоляционные работы (ВИР) [6] и ремонтно-изоляционные работы (РИР), вывод из бездействия (ВБД) из других фондов, зарезка боковых стволов (ЗБС) [7] (табл. 6).

Таблица 6 – Геолого-технические мероприятия за 2021–2025 гг. на объекте $БС_{4–5}$

Вид ГТМ	Количество ГТМ	Дополнительная добыча, тыс. тонн	Удельная дополнительная добыча, тыс. тонн/скв.
ГРП	203	578,8	2,9
ВИР, РИР	3	1	0,3
ВБД, из других фондов	42	275	6,5
ЗБС	64	4557,1	71,2
Итого	312	5411,9	80,9

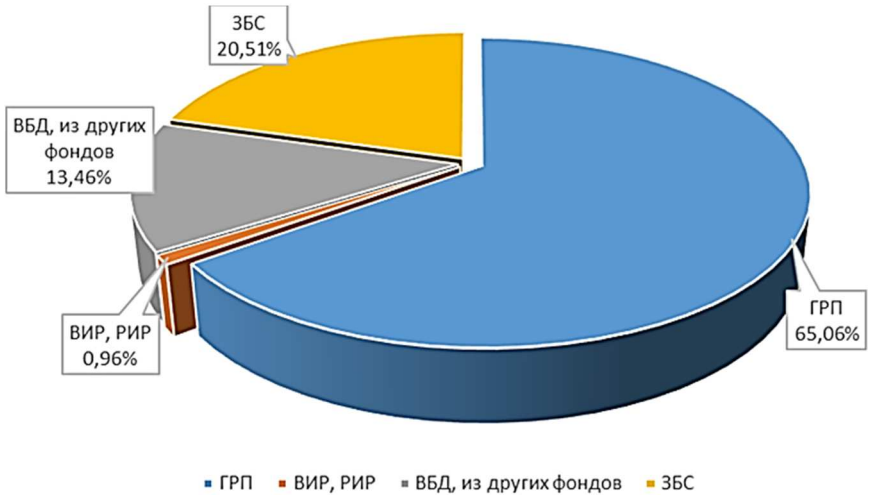


Рисунок 7 – Диаграмма распределения по количеству ГТМ

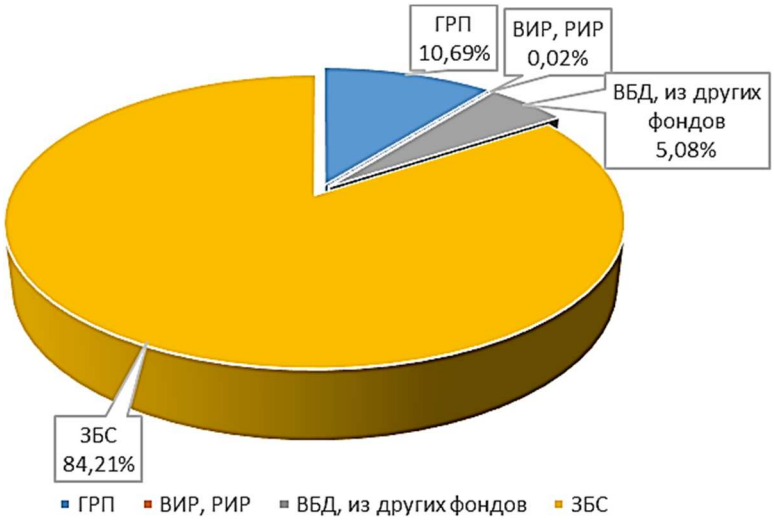


Рисунок 8 – Диаграмма распределения по эффективности ГТМ

Как видно из таблицы 6 и рисунков 7–8, наиболее эффективным геолого-техническим мероприятием является зарезка боковых стволов (84,21 % от общего объёма дополнительной добычи), но наиболее проводимым – гидроразрыв пласта (65,06 % от общего количества).

Динамика ГТМ с 2021–2025 гг. по количеству и дополнительной добыче нефти приведена на рисунках 9 и 10.

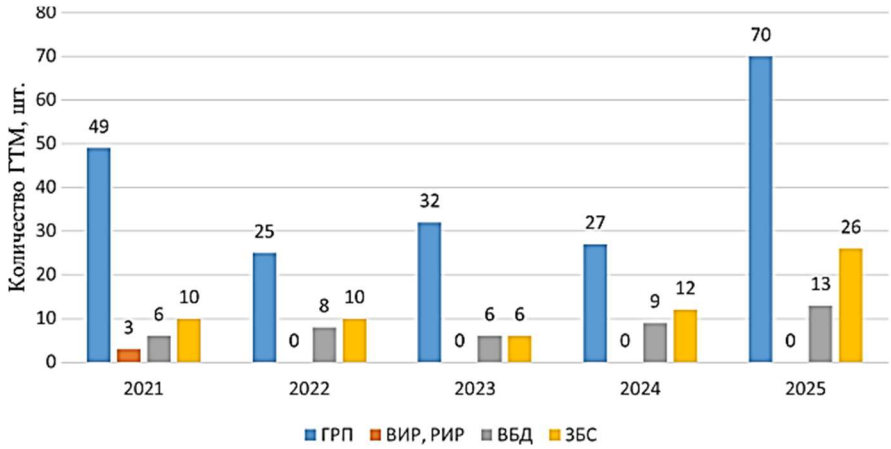


Рисунок 9 – Количество ГТМ

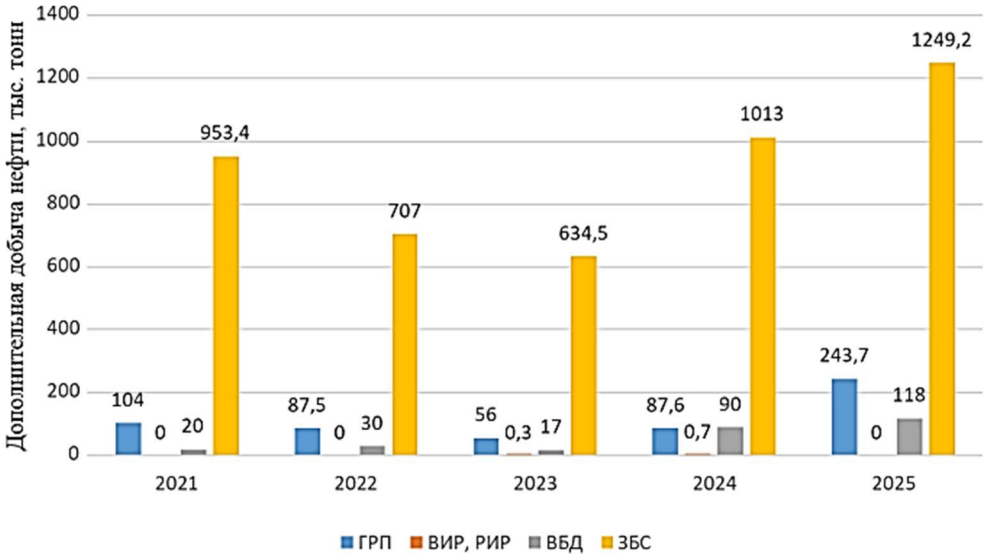


Рисунок 10 – Динамика дополнительной добычи

Таким образом, видна тенденция к увеличению количества проводимых ГТМ [8, 9], которая приводит к росту дополнительной добычи нефти.

Исходя из эффективности ГТМ, проанализируем зарезку боковых стволов [10–14].

Зарезка боковых стволов и стволов с горизонтальным окончанием даёт следующие возможности:

- при затруднении или невозможности доступа к интервалу эксплуатации восстановление аварийных или ликвидированных скважин;
- вскрытие менее дренированной части пласта в обход конусов обводнения, тем самым увеличение производительности малодебитных скважин;
- возможность вовлечь в разработку недренируемые, изолированные запасы нефти на участках залежей с послойной и зональной неоднородностью;
- возможность наиболее широко обхватить локальную залежь воздействием;
- возможность восстанавливать пластовое давление на всей залежи.

В таблице 7 приведены средние значения эффективности ЗБС.

Таблица 7 – Средние значения эффективности ЗБС

Параметры до ГТМ			Параметры после ГТМ		
дебит нефти, тонн/сут.	дебит жидкости, тонн/сут.	обводнённость, %	дебит нефти, тонн/сут.	дебит жидкости, тонн/сут.	обводнённость, %
4,73	41,70	81,56	45,48	62,80	24,83

Анализируя средние значения эффективности ЗБС, полученные по всем скважинам, до и после проведения зарезки боковых стволов, можно увидеть, что дебит нефти и жидкости увеличился в 8,6 и 1,5 раза соответственно, а обводнённость снизилась на 69 %.

Обоснование выбора скважин-кандидатов для проведения зарезки боковых горизонтальных стволов

На рисунке 11 приведены скважины-кандидаты для проведения зарезки боковых горизонтальных стволов на карте текущих подвижных запасов продуктивного пласта $БС_{4–5}$.

Основными критериями, влияющими на выбор скважин-кандидатов для проведения зарезки боковых горизонтальных стволов, являются: геологические, технологические и технические [15, 16]. В таблице 8 приведено обоснование выбора скважин-кандидатов по данным критериям.

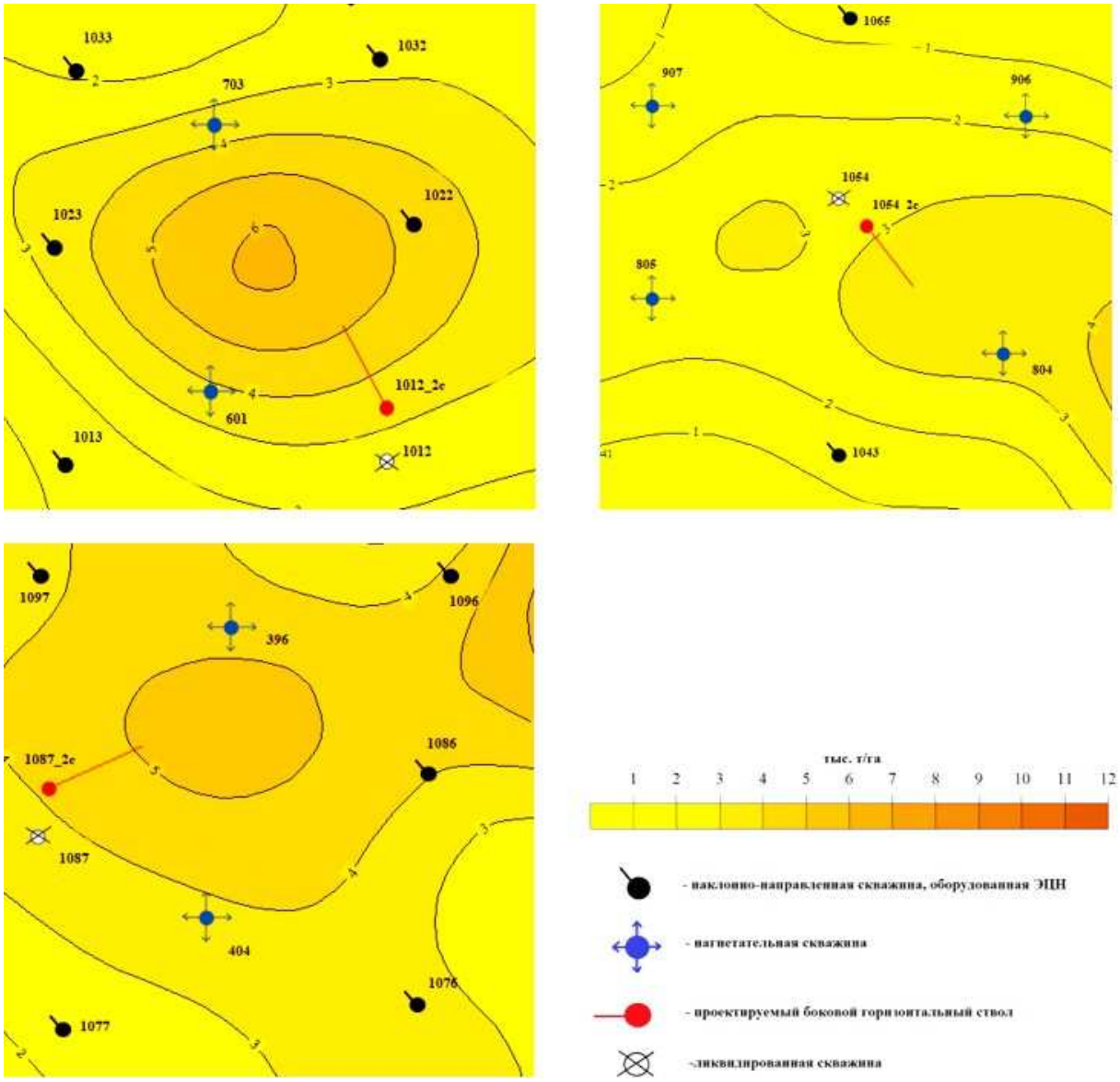


Рисунок 11 – Скважины-кандидаты для проведения зарезки боковых горизонтальных стволов на карте текущих подвижных запасов продуктивного пласта $БС_{4–5}$

Таблица 8 – Обоснование выбора скважин-кандидатов

Критерий	Условие	Номер скважины		
		1012_2с	1054_2с	1087_2с
1	2	3	4	5
Геологические				
Толщина нефтенасыщенного пласта, м	≥ 2,5	16	15	12
Коэффициент песчанистости	> 0,6	0,8	0,7	0,75
Коэффициент расчленённости	< 3	2	1	1,5
Проницаемость, мкм^2	н/р	0,0022		
Толщина глинистого раздела между нефтенасыщенными и водонасыщенными коллекторами, м	≥ 2	3	5	6
Наличие активных подошвенных вод	н/р	+	+	+
Технологические				
Наличием слабо охваченных вытеснением участков залежей по площади и по разрезу	+	+	+	+
Выработанность запасов, %	≤ 50	+	+	+

Окончание таблицы 8

1	2	3	4	5
Обводнённость, %	≤ 90	40	35	39
Пластовое давление от исходного, %	≤ 10–15	22,2 МПа		
Дебит скважины не превышал, тонн/сут.	5–7	+	+	+
Расстояние до ближайшей нагнетательной скважины, м	≥ 250	+	+	+
Технические				
Герметичность эксплуатационной колонны и цементного камня за колонной	+	+	+	+
Длина свободной части вертикального ствола скважины для ЗБС, м	≥ 150	+	+	+

Таким образом, предложенные скважины-кандидаты удовлетворяют необходимым требованиям и могут быть рекомендованы для проведения зарезки боковых горизонтальных стволов.

Расчёт дебита нефти горизонтальных скважин

Прогнозирование дебита нефти горизонтальной скважины всегда являлось актуальной темой для инженеров-нефтяников. После нескольких десятилетий разработок и исследований для его расчёта было предложено множество аналитических методов. Из всего списка стоит выделить такие методы таких авторов, как Ю.П. Борисов (1), В.Г. Григулецкий (2–3), F.M. Giger (4), G. Renard – J.M. Dupuy (5–6) и S.D. Joshi (7–8). Эти выражения отличаются друг от друга видом слагаемых в знаменателе. Также следует отметить, что рассматриваемые методы являются приближёнными, но достаточно точными для анализа и оценки прогнозируемых дебитов.

1. Метод Ю.П. Борисова [17, 18]:

$$Q_н = \frac{2\cdot\pi\cdot k_h\cdot h}{\mu_н\cdot b_н}\cdot\frac{\left(P_{пл}-P_{заб}\right)}{\ln\left(\frac{4\cdot R_к}{L}\right)+\frac{h}{L}\cdot\ln\left(\frac{h}{2\cdot\pi\cdot r_{скв}}\right)}. \quad (1)$$

2. Уравнение В.Г. Григулецкого [19-21]:

$$Q = \frac{2\cdot\pi\cdot k_h\cdot h}{\mu_н\cdot b_н}\cdot\frac{\left(P_{пл}-P_{заб}\right)}{\ln\left(\frac{4\cdot R_к}{L}\right)+\frac{\beta\cdot h}{L}\cdot\ln\left(\frac{h}{2\cdot\pi\cdot r_{скв}}\right)}, \quad (2)$$

$$\beta = \sqrt{\frac{k_h}{k_v}}. \quad (3)$$

3. Метод F.M. Giger [22]:

$$Q_н = \frac{2\cdot\pi\cdot k_h\cdot h}{\mu_н\cdot b_н}\frac{\left(P_{пл}-P_{заб}\right)}{\left[\ln\left(\frac{2\cdot\left(1+\sqrt{1-\left(\frac{L}{2\cdot R_к}\right)^2}\right)}{\frac{L}{R_к}}\right)+\frac{L}{h}\cdot\ln\left(\frac{h}{2\cdot\pi\cdot r_{скв}}\right)\right]}. \quad (4)$$

4. Метод G. Renard – J.M. Dupuy [23]:

$$Q_н = \frac{2\cdot\pi\cdot k_h\cdot h\cdot\left(P_{пл}-P_{заб}\right)}{\mu_н\cdot b_н\cdot\left(\operatorname{arch}(\chi)+\frac{h}{L}\cdot\ln\left(\frac{h}{2\cdot\pi\cdot r_{скв}}\right)\right)}, \quad (5)$$

$$\chi = \frac{2 \cdot A}{L} \cdot \tag{6}$$

5. Метод S.D. Joshi [24]:

$$Q_н = \frac{2 \cdot \pi \cdot k_h \cdot h \cdot \left(P_{пл} - P_{заб}\right)}{\mu_н \cdot b_н \cdot \left[\ln\left(\frac{A + \sqrt{A^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2}}{\frac{L}{2}} \right) + \frac{h}{L} \cdot \ln\left(\frac{h}{2 \cdot \pi \cdot r_{скв}} \right) \right]}, \tag{7}$$

где A – главная полуось эллипса дренирования в горизонтальной плоскости (рис. 12):

$$A = \left(\frac{L}{2}\right) \cdot \left[\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{1}{4} + \left(\frac{2 \cdot R_к}{L}\right)^4} \right]^{0,5} . \tag{8}$$

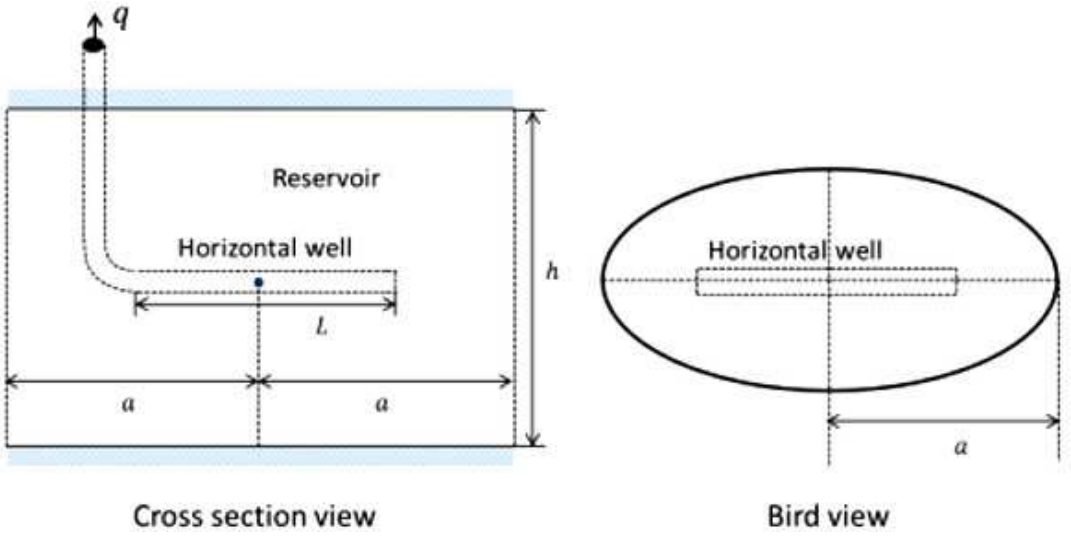


Рисунок 12 – Форма эллипсоида (модели Giger, Joshi и Renard – Dupuy)

Для сравнения дебита горизонтальных и вертикальных скважин необходимо упомянуть и формулу Дюпюи, которая описывает приток пластовой жидкости к забою при плоскорадиальной фильтрации гидродинамически совершенной скважины:

$$Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h \cdot \left(P_{пл} - P_{заб}\right)}{\mu_н \cdot b_н \cdot \ln\left(\frac{R_к}{r_{скв}}\right)}, \tag{9}$$

где k_h – горизонтальная проницаемость пласта, м^2; h – эффективная нефтенасыщенная толщина пласта, м; $P_{пл}$ – пластовое давление, МПа; $P_{заб}$ – забойное давление, МПа; $\mu_н$ – динамическая вязкость нефти, Па · с; $b_н$ – объёмный коэффициент нефти, доли ед.; $R_к$ – радиус контура питания, м; $r_{скв}$ – радиус скважины, м; L – длина горизонтального участка, м; β – коэффициент анизотропии, доли ед.

Основные предположения, использующиеся при выводе данных формул:

1) пласт изотропный (формула В.Г. Григулецкого учитывает анизотропию);
2) пластовая жидкость является вязкой, но не сжимаемой;

3) фильтрация пластовой жидкости подчиняется линейному закону Дарси;

4) нефтяная залежь представляет собой круговой цилиндр высотой *h* с естественным режимом питания;

5) режим фильтрации стационарный;

6) пластовая жидкость характеризуется средними значениями вязкости;

7) трение в скважине не учитывается.

Рассмотрим каждую зависимость более подробно.

1. **Формула Ю.П. Борисова**

Данный метод допускает, что зона, дренируемая горизонтальной скважиной, имеет форму круга. В выводе формулы Ю.П. Борисов рассмотрел наклонную скважину. Основная идея заключается в том, что полное фильтрационное сопротивление можно представить суммой двух сопротивлений: *внешнего* (от контура питания до прямолинейной вертикальной галереи, совпадающей с проекциями горизонтальной скважины на кровлю (или подошву) пласта) и *внутреннего* (обусловленного тем, что мы имеем в действительности не галерею, а скважину):

$$\Omega = \frac{\mu_н \cdot b_н}{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot R_к}{L}\right); \tag{10}$$

$$\omega = \frac{\mu_н \cdot b_н}{2 \cdot \pi \cdot k \cdot L} \cdot \ln\left(\frac{h}{2 \cdot \pi \cdot r_{скв}}\right). \tag{11}$$

Сумма указанных сопротивлений даст отношение перепада давления к дебиту:

$$\frac{\Delta P}{Q} = \frac{\mu_н \cdot b_н}{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h} \cdot \left(\ln\left(\frac{4 \cdot R_к}{L}\right) + \frac{h}{L} \cdot \ln\left(\frac{h}{2 \cdot \pi \cdot r_{скв}}\right)\right), \tag{12}$$

откуда выводится формула Ю.П. Борисова; формула В.Г. Григулецкого схожа, только она ещё учитывает анизотропию пласта.

2. **Формулы Giger, Joshi и Renard – Dupuy**

Рассмотрим течение жидкости в горизонтальном и вертикальном плане. В общем виде дебит горизонтальной скважины находится по формуле:

$$Q_1 = \frac{2 \cdot \pi \cdot k_h \cdot (P_{пл} - P_{заб})}{\mu_н \cdot b_н \cdot (\operatorname{arch}(\chi))}, \tag{13}$$

где χ – форма области дренирования, для эллипсоидной формы $\chi = \frac{2 \cdot a}{L}$, тогда:

$$\operatorname{arch}(\chi) = \ln\left(\frac{A + \sqrt{A^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2}}{\frac{L}{2}}\right). \tag{14}$$

Дебит в горизонтальном плане:

$$Q_1 = \frac{2 \cdot \pi \cdot k_h \cdot (P_{пл} - P_{заб})}{\mu_н \cdot b_н \cdot \ln\left(\frac{A + \sqrt{A^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2}}{\frac{L}{2}}\right)}. \tag{15}$$

Дебит в вертикальном плане:

$$Q_2 = \frac{2 \cdot \pi \cdot k_h \cdot h \cdot \left(P_{пл} - P_{заб}\right)}{\mu_н \cdot b_н \cdot \ln\left(\frac{h}{2 \cdot r_{скв}}\right)}. \quad (16)$$

При объединении формул (15) и (16) выводится формула Joshi (7–8). Если учесть анизотропию, то:

$$Q_н = \frac{2 \cdot \pi \cdot k_h \cdot h \cdot \left(P_{пл} - P_{заб}\right)}{\mu_н \cdot b_н \cdot \left[\ln\left(\frac{A + \sqrt{A^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2}}{\frac{L}{2}}\right) + \frac{h \cdot \beta^2}{L} \cdot \ln\left(\frac{h}{2 \cdot \pi \cdot r_{скв}}\right)\right]}. \quad (17)$$

Если $\frac{L}{2 \cdot A} \leq \frac{1}{2}$, то A ≈ Rк, получается формула Giger (4). Формула Renard – Dupuy – это общий вид данных формул. Таким образом, формула Joshi наиболее точная.

Полученная формула Joshi не учитывает потери депрессии вдоль ствола. Для учёта потерь необходимо воспользоваться формулой Дарси – Вейсбаха:

$$\Delta P = \lambda \cdot \frac{L \cdot v^2}{2 \cdot r_{скв}} \cdot \rho = \lambda \cdot \frac{L \cdot \rho}{2 \cdot r_{скв}} \cdot \left(\frac{Q}{\pi \cdot r_{скв}^2}\right)^2 = \lambda \cdot \frac{L \cdot \rho \cdot Q^2}{2 \cdot \pi^2 \cdot r_{скв}^5}, \quad (18)$$

где λ – коэффициент трения; v – скорость жидкости.

Скорость жидкости:

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{Q}{\pi \cdot r_{скв}^2}. \quad (19)$$

Коэффициент Рейнольдса:

$$\mathrm{Re} = \frac{v \cdot d}{\nu} = \frac{2 \cdot Q}{\pi \cdot r_{скв} \cdot \nu} = \frac{2 \cdot Q \cdot \rho}{\pi \cdot r_{скв} \cdot \mu}. \quad (20)$$

При Re < 2320 – режим ламинарный, следовательно, по формуле Стокса:

$$\lambda = \frac{64}{\mathrm{Re}}. \quad (21)$$

При Re > 2320 – режим ламинарный, следовательно, по формуле Блазиуса:

$$\lambda = \frac{0{,}3164}{\mathrm{Re}^{0{,}25}}. \quad (22)$$

Для расчёта продуктивности скважин приведём формулу Joshi, учитывающую анизотропию:

$$J(x) = \frac{2 \cdot \pi \cdot k_h \cdot L}{\mu_н \cdot b_н \cdot \left(\frac{L}{h} \cdot \ln\left(\frac{A + \sqrt{A^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2}}{\frac{L}{2}}\right) + \frac{h \cdot \beta^2}{L} \cdot \ln\left(\frac{h}{2 \cdot \pi \cdot r_{скв}}\right)\right)}. \quad (23)$$

Расчёт прогнозируемых показателей работы скважин

Для расчёта предполагаемых дебитов приведём геолого-физические характеристики пласта $БС_{4-5}$ в зоне предполагаемых боковых горизонтальных стволов (табл. 9).

Таблица 9 – Геолого-физические характеристики пласта

Наименование	Номер скважины		
	1012_2с	1054_2с	1087_2с
Плотность нефти в поверхностных условиях $\rho_н$, кг/м^3	855		
Вязкость нефти пластовых условиях $\mu_н$, мПа · с	1,0		
Радиус скважины $r_{скв}$, м	0,14	0,1	0,1
Эффективная нефтенасыщенная толщина пласта h, м	16	15	12
Радиус контура питания $R_к$, м	250		
Проницаемость горизонтальная k_h, мкм^2	0,0020		
Проницаемость вертикальная k_v, мкм^2	0,0016		
Забойное давление $P_{заб}$, Па	$17{,}6 \times 10^6$	17×10^6	18×10^6
Пластовое давление $P_{пл}$, Па	$22{,}2 \times 10^6$		
Объёмный коэффициент нефти $b_н$	1,211		

Рассчитаем дебиты нефти предполагаемых боковых стволов по рассмотренным методикам. Длина горизонтального ствола берётся от 100 до 500 м. В таблице 10 приведены полученные значения при каждой длине ствола.

Таблица 10 – Результаты дебитов скважин № 1012_2с, 1054_2с и 1087_2с

L, м	Дебит, м^3/сут.				
	Борисова Ю.П.	Григулецкого В.Г.	Giger F.M.	Renard G. – Dupuy J.M.	Joshi S.D.
скважина № 1012_2с					
100	23,850	23,387	23,938	23,850	22,890
150	29,905	29,418	30,224	29,902	28,889
200	35,833	35,308	36,682	35,818	34,724
250	41,978	41,401	43,915	41,926	40,725
300	48,567	47,923	52,650	48,424	47,088
350	55,806	55,077	64,177	55,462	53,958
400	63,921	63,084	81,548	63,166	61,459
450	73,185	72,210	115,708	71,647	69,696
500	83,956	82,801	710,863	81,001	78,757
скважина № 1054_2с					
100	23,749	23,278	23,836	23,749	21,203
150	29,799	29,303	30,116	29,796	27,076
200	35,719	35,184	36,563	35,703	32,748
250	41,852	41,264	43,777	41,801	38,543
300	48,427	47,770	52,485	48,285	44,652
350	55,648	54,905	63,968	55,305	51,214
400	63,739	62,886	81,252	62,988	58,343
450	72,973	71,979	115,180	71,444	66,136
500	83,705	82,528	693,265	80,767	74,669
скважина № 1087_2с					
100	24,839	23,278	24,935	24,839	22,623
150	30,935	29,303	31,277	30,931	28,605
200	36,938	35,184	37,841	36,922	34,416
250	43,189	41,264	45,242	43,134	40,386
300	49,916	47,770	54,239	49,765	46,710
350	57,332	54,905	66,204	56,969	53,533
400	65,673	62,886	84,421	64,877	60,977
450	75,227	71,979	120,899	73,604	69,145
500	86,377	82,528	932,139	83,253	78,123

Полученные расчётные значения по разным методикам примерно совпадают, кроме формулы Giger, согласно которой разница в значениях становится видна после 250 м. Так как формула Joshi наиболее точная, то в дальнейших расчётах используем значения, найденные по ней.

Переведём полученные значения из системы СИ ($м^3$/сут.) в промысловые единицы (тонн/сут.) и учтём трение в горизонтальных скважинах с целью выбора наиболее рациональной длины ствола (табл. 11):

$$Q_н^m = Q_н^v \cdot \frac{\rho_н}{1000}. \quad (24)$$

Таблица 11 – Расчёт потерь на трение

Длина ствола, м	$Q_н^m$, тонн/сут.			ΔP, МПа		
	номер скважины					
	1012_2с	1054_2с	1087_2с	1012_2с	1054_2с	1087_2с
100	20	18	19	0,23	1,00	1,04
150	25	23	24	0,52	2,30	2,38
200	30	28	29	0,96	4,27	4,42
250	35	33	34	1,58	7,10	7,33
300	40	38	39	2,45	11,02	11,36
350	46	44	45	3,62	16,35	16,84
400	53	50	51	5,20	23,47	24,18
450	60	57	58	7,29	32,88	33,88
500	67	64	65	10,03	45,18	46,58

Для выбора длины горизонтального ствола скважины необходимо построить графики зависимости дебита и потерь на трение от длины ствола (рис. 13). На данных графиках наблюдается рост потерь на трение с увеличением длины ствола, а также рост дебита.

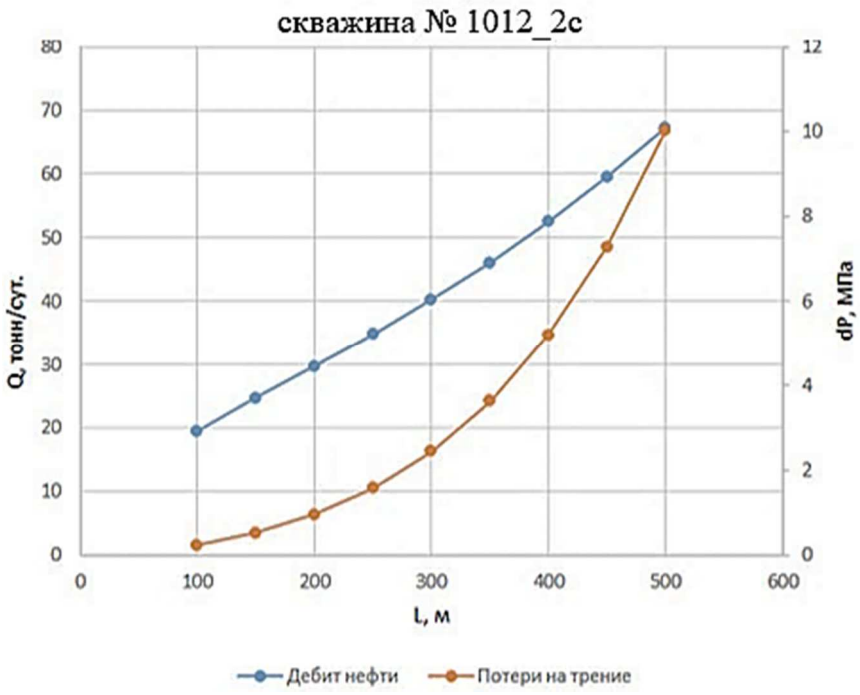
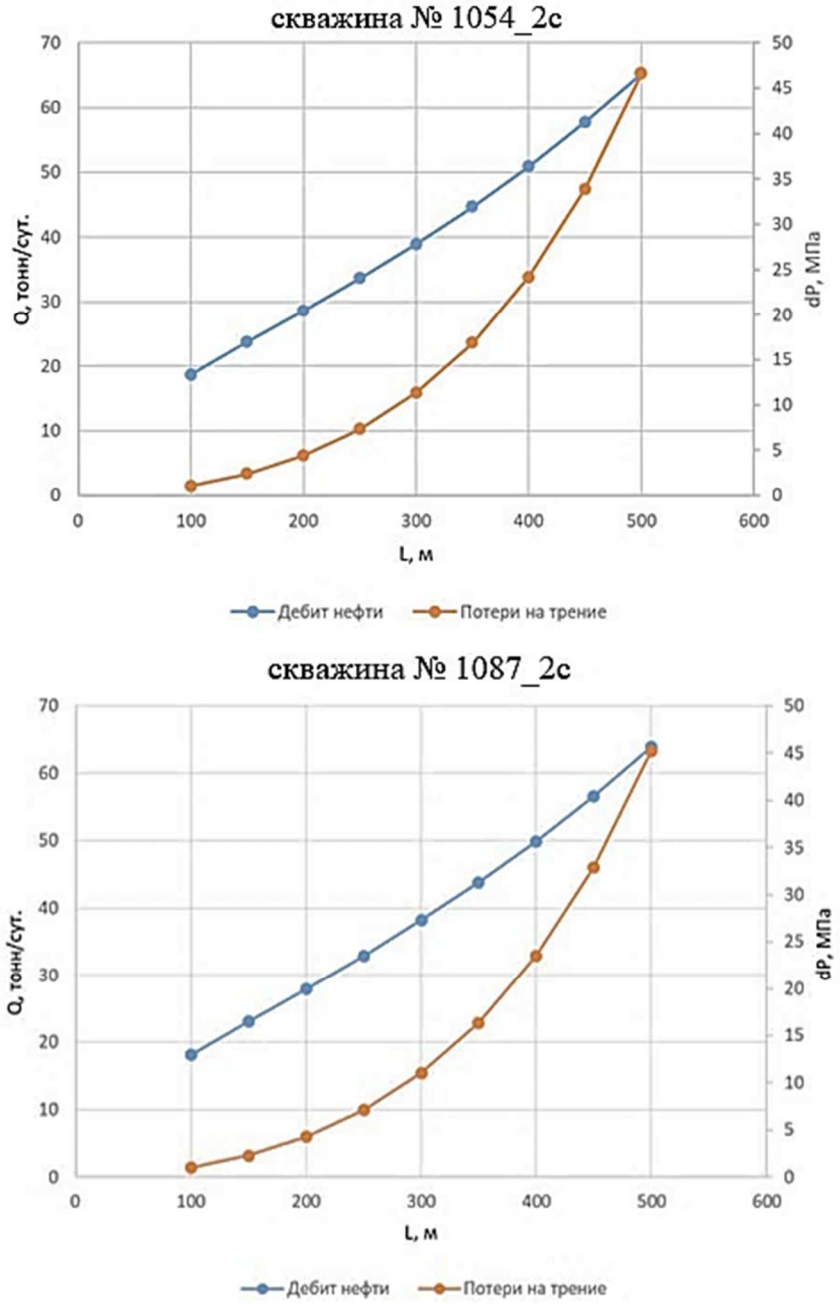


Рисунок 13 – Графики зависимости дебита нефти и потерь на трение от длины ствола для скважин № 1012_2с, 1054_2с и 1087_2с



Окончание рисунка 13

Проанализировав графики, можно сделать вывод, что наиболее эффективной длиной ствола для всех скважин является 300 м, так как при этой длине наблюдается максимальное расстояние между построенными графиками.

Далее рассчитаем продуктивность скважин по формуле Joshi (23):

- скважина № 1054_2с:

$$J(x)=\frac{2\cdot 3{,}14\cdot 0{,}002\cdot 10^{-15}\cdot 300\cdot 86400\cdot 10^{6}}{0{,}01\cdot 1{,}211\cdot\left(\frac{300}{16}\cdot\ln\left(\frac{273+\sqrt{273^{2}-\left(\frac{300}{2}\right)^{2}}}{\frac{300}{2}}\right)+\frac{16\cdot 1{,}25^{2}}{300}\cdot\ln\left(\frac{16}{2\cdot 3{,}14\cdot 0{,}14}\right)\right)}=$$

$$= 10{,}11\ \text{м}^3/\text{сут.}\times\text{МПа};$$

- скважина № 1012_2с:

$$J(x)=\frac{2\cdot 3{,}14\cdot 0{,}002\cdot 10^{-15}\cdot 300\cdot 86400\cdot 10^{6}}{0{,}01\cdot 1{,}211\cdot\left(\frac{300}{12}\cdot\ln\left(\frac{273+\sqrt{273^{2}-\left(\frac{300}{2}\right)^{2}}}{\frac{300}{2}}\right)+\frac{12\cdot 1{,}25^{2}}{300}\cdot\ln\left(\frac{12}{2\cdot 3{,}14\cdot 0{,}1}\right)\right)}=$$

$$= 10{,}11\ \text{м}^3/\text{сут.}\times\text{МПа};$$

- скважина № 1087_2с:

$$J(x)=\frac{2\cdot 3{,}14\cdot 0{,}002\cdot 10^{-15}\cdot 300\cdot 86400\cdot 10^{6}}{0{,}01\cdot 1{,}211\cdot\left(\frac{300}{15}\cdot\ln\left(\frac{273+\sqrt{273^{2}-\left(\frac{300}{2}\right)^{2}}}{\frac{300}{2}}\right)+\frac{15\cdot 1{,}25^{2}}{300}\cdot\ln\left(\frac{15}{2\cdot 3{,}14\cdot 0{,}1}\right)\right)}=$$

$$= 10{,}11\ \text{м}^3/\text{сут.}\times\text{МПа}.$$

Как можно заметить, расчётные значения продуктивности совпадают, несмотря на разные геолого-физические характеристики скважин.

Рассмотрим эффективность вводимых скважин при зарезке боковых горизонтальных стволов, для этого сравним полученные значения дебитов со значениями до остановки скважин. Также рассчитаем дебиты на данных скважинах по формуле Дюпюи (10), если бы боковые стволы были не горизонтальные, а вертикальные. В таблице 12 приведена эффективность зарезки боковых горизонтальных стволов.

Таблица 12 – Эффективность ЗБГС

$Q_н$, тонн/сут.	Номер скважины		
	1012_2с	1054_2с	1087_2с
До остановки	4,83	5,21	4,01
При зарезке бокового ствола	6,03	6,11	3,95
При зарезке бокового горизонтального ствола	40,26	38,18	39,94
Увеличение, количество раз	7,3	6,4	7,3

На подобранных скважинах-кандидатах № 1012_2с, 1054_2с и 1087_2с метод зарезки боковых горизонтальных стволов показал свою эффективность, т.к. при забуривании вторых стволов начальные дебиты по сравнению с дебитами до остановки станут больше примерно в 8 раз, что должно существенно сказаться на добыче нефти на более продолжительный период времени.

Для оценки накопленной добычи на рассматриваемых скважинах возникает необходимость создания гидродинамической модели месторождения. Для этого создадим параллелепипед в программном обеспечении tNavigator [25], зададим все свойства месторождения (пористость, проницаемость, глубину пласта, ОФП, PVT свойства, свойства породы) и рассчитаем полученные модели. Данные трёхфазные модели позволят оценить фильтрацию нефти, газа и воды. На полученных моделях реализована однорядная система разработки с расстоянием между добывающими и нагнетательными скважинами 300 м (рис. 14–17). Длина горизонтального окончания бокового ствола – 300 м [26, 27].

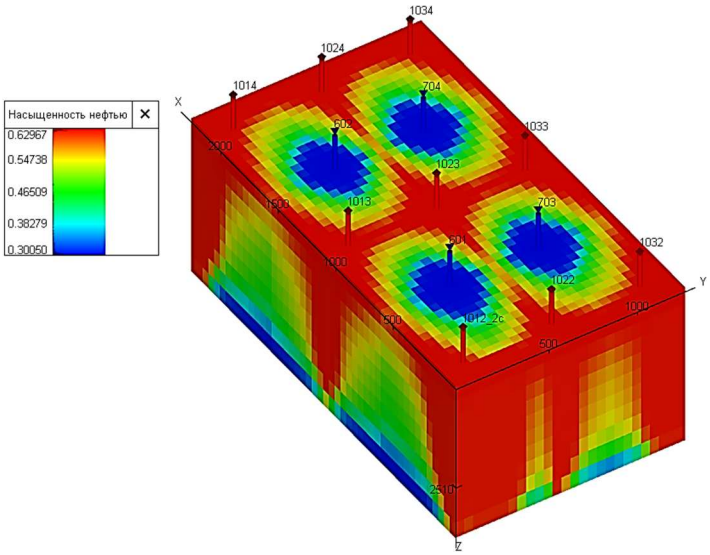


Рисунок 14 – Модель нефтенасыщенности для скважины № 1012_2с

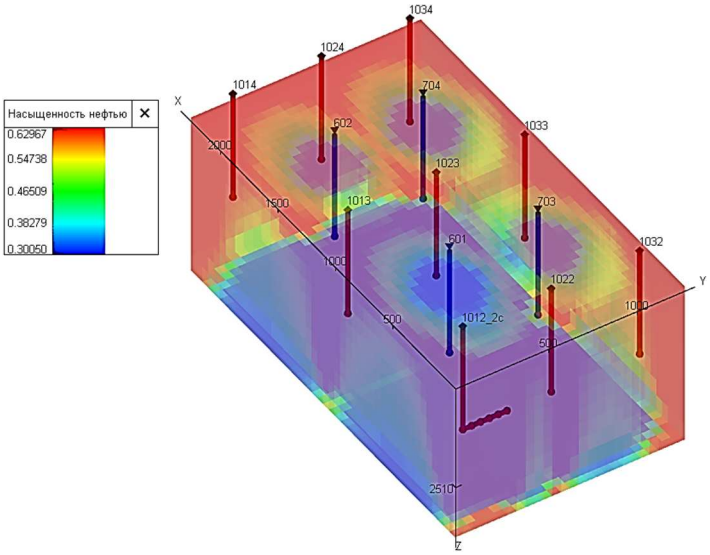


Рисунок 15 – Модель нефтенасыщенности для скважины № 1012_2с (в режиме прозрачности)

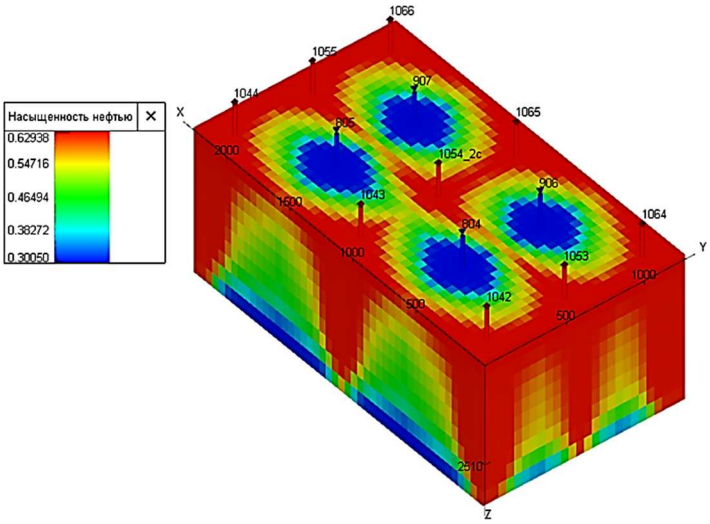


Рисунок 16 – Модель нефтенасыщенности для скважины № 1054_2с

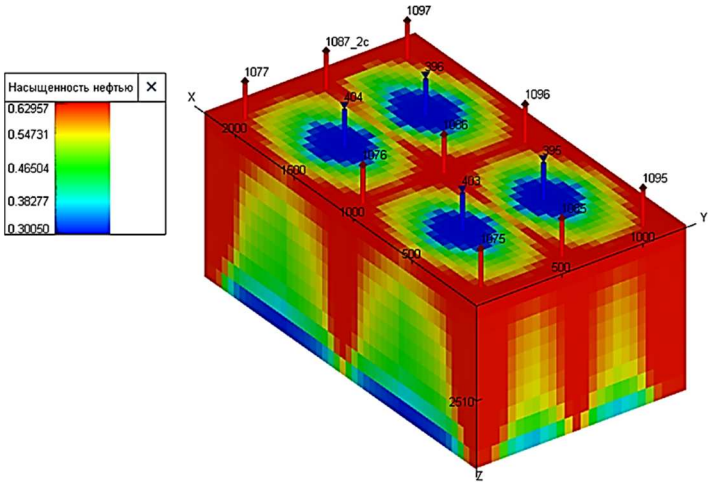


Рисунок 17 – Модель нефтенасыщенности для скважины № 1087_2с

Во вкладке «графики» загрузим рассчитанные параметры с 2027–2032 гг. ($q_н$, $q_ж$, $q_в$, $Q_н$, $Q_ж$, $Q_в$ и обводнённость) (табл. 13).

Таблица 13 – Прогнозируемые показатели скважин № 1012_2с, 1054_2с и 1087_2с

Год	$q_н$, тонн/сут.	$q_ж$, тонн/сут.	$q_в$, тонн/сут.	$Q_н$, тыс. тонн	$Q_ж$, тыс. тонн	$Q_в$, тыс. тонн	Обводнённость, %
скважина № 1012_2с							
2027	50,8	50,88	0,08	25,35	25,39	0,04	0,0016
2028	49,79	49,90	0,11	43,52	43,59	0,07	0,0022
2029	45,04	54,3	9,26	61,12	62,54	1,42	0,1705
2030	35,42	62,11	26,69	75,60	83,88	8,27	0,4297
2031	29,36	68,38	39,02	87,22	107,87	20,64	0,5706
2032	24,93	72,98	48,05	97,05	133,77	36,72	0,6584
скважина № 1054_2с							
2027	83,92	84,05	0,13	34,27	34,32	0,05	0,0015
2028	81,50	82,37	0,87	64,32	64,45	0,13	0,0105
2029	68,19	90,42	22,23	92,01	95,90	3,89	0,2458
2030	52,11	102,89	50,79	113,55	131,34	17,79	0,4936
2031	42,60	112,96	70,36	130,48	171,02	40,54	0,6228
2032	35,47	119,91	84,45	144,61	213,67	69,05	0,7042
скважина № 1087_2с							
2027	39,45	39,51	0,06	20,56	20,59	0,03	0,0015
2028	37,75	37,83	0,08	34,40	34,46	0,05	0,0021
2029	34,13	41,30	7,17	47,74	48,85	1,10	0,1736
2030	26,88	47,41	20,53	58,72	65,12	6,40	0,4330
2031	22,29	52,15	29,86	67,55	83,42	15,88	0,5726
2032	18,93	55,62	36,69	75,00	103,17	28,17	0,6597

Полученные начальные дебиты при моделировании не существенно отличаются от рассчитанных по формулам.

Описанные методы аналитического расчёта дебита горизонтальных скважин являются основополагающими, довольно точными, но не учитывают множества факторов, которые в более точных расчётах могут показать различные результаты. Но, несмотря на это, для приблизительной оценки дебитов данные методы справляются отлично. Так, с помощью метода Joshi, а также формулы Дарси – Вейсбаха, учитывающей потери на трение в горизонтальном участке, получены достаточно высокие начальные дебиты вторых стволов скважин № 1012, 1054 и 1087. В дополнении к этому по рассчитанным гидродинамическим моделям в tNavigator дополнительная добыча нефти за 6 лет составит 316,66 тыс. тонн. Таким образом, сравнивания расчётные зна-

чения дебитов со значениями до остановки скважин, а также полученную дополнительную добычу нефти, можно сделать вывод об эффективности проведения зарезки боковых горизонтальных стволов.

Заключение

На данный момент месторождение находится на стадии падения добычи нефти, так как в 2025 году максимальная добыча снизилась более чем на 10 %. Снижение добычи связано с различными факторами. Прежде всего, это текущая система разработки месторождения. Анализ показал, что наиболее эффективными из применяемых систем являются трёхрядные системы с треугольным и уплотнённым размещением, но данные системы применяются сравнительно долгое время и в скором времени могут начать показывать более низкую эффективность, а система с горизонтальными скважинами и МГРП за сравнительно непродолжительное время уже показывает отличную динамику по накопленной добыче. Несмотря на это, большое количество скважин остаётся в бездействии, что делает эффективность разработки независимо от системы менее эффективной, чем хотелось бы.

Помогает решить данную проблему зарезка боковых стволов. Данный метод интенсификации притока, а в некоторых случаях и увеличения нефтеотдачи, отлично зарекомендовал себя на рассматриваемом месторождении. Его проведение по сравнению с другими методами позволяет при малом объёме мероприятий достичь высокую дополнительную добычу, а также сократить бездействующий фонд скважин.

Для этой цели выбраны 3 скважины № 1012, 1054 и 1087. Найденные дебиты 40,26 тонн/сут., 38,18 тонн/сут. и 39,94 тонн/сут. показывают, что при большем подборе и вовлечении бездействующих и малодебитных скважин данный метод позволяет существенно увеличить добычу нефти, тем самым сделать разработку месторождения более эффективной. Также, проведя расчёт гидродинамических моделей в программном обеспечении tNavigator, дополнительный прирост нефти за счёт ввода предложенных скважин с 2027–2032 гг. составит 316,67 тыс. тонн. Данные показатели довольно высокие, так как превышают значения проводимых операций по зарезке боковых стволов с 2021–2025 гг., где среднее значение дополнительной добычи нефти от одной скважины за 5 лет составляет 71,2 тыс. тонн.

Литература

1. Мельников И.И. Отбор керна с целью изучения литолого-петрофизической характеристики и физических свойств коллекторов пласта БС4-5 Приразломного месторождения // Проблемы рационального природопользования и история геологического поиска в Западной Сибири: сборник тезисов X Региональной молодёжной конференции имени В.И. Шпильмана, посвящённой 110-летию со дня рождения Героя Социалистического Труда, лауреата Государственной премии СССР, доктора технических наук, профессора Виктора Ивановича Муравленко (07–08 апреля 2022 года, г. Ханты-Мансийск). – Ханты-Мансийск : Югорский государственный университет, 2022. – С. 38–39.
2. Петрушин Е.О. Вторичное вскрытие пластов и его влияние на коэффициент продуктивности Приразломного месторождения / Е.О. Петрушин, А.С. Арутюнян // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2015. – № 4. – С. 51–68.
3. Козлова И.А. Геологическое обоснование реализуемой системы разработки пласта $БС_{4–5}$ Приразломного месторождения и оценка эффективности её применения / И.А. Козлова, И.О. Мальцева // Нефтепромысловое дело. – 2013. – № 9. – С. 20-23.
4. Козлова И.А. Обоснование усовершенствования реализуемой системы разработки посредством применения метода гидравлического разрыва пласта на отдельных опытных участках разработки (на примере пласта $БС_{4–5}$ Приразломного месторождения) // И.А. Козлова, И.О. Мальцева // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2013. – Т. 12. – № 8. – С. 62–70.
5. Анализ эффективности и прогноз объёмов применения технологий гидроразрыва пласта $БС_{4–5}$ Приразломного месторождения / Э.М. Тимашев [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2006. – № 9. – С. 40–43.
6. Хайруллин А.А. Применение потокоотклоняющих технологий на объекте $БС_{4–5}$ Приразломного месторождения / А.А. Хайруллин, Н.А. Гриценко // Новые технологии – нефтегазовому региону: материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (18–22 мая 2015 года, г. Тюмень). – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2015. – С. 162–165.

7. Витевский А.В. Анализ эффективности зарезок боковых стволов с проведением гидроразрыва пласта в скважинах Приразломного месторождения / А.В. Витевский, А.В. Свешников // Нефтяное хозяйство. – 2009. – № 11. – С. 57–59.
8. Бутов Д.С. Анализ эффективности применения комплекса ГТМ на Приразломном месторождении // Академический журнал западной Сибири. – 2018. – Т. 14. – № 6(77). – 108 с.
9. Иналов Н.А. Анализ эффективности проведения ГТМ Приразломного месторождения. Общие сведения о проводимых ГТМ // Академический журнал Западной Сибири. – 2017. – Т. 13. – № 4(71). – 23 с.
10. Применение технологии зарезки боковых стволов на Приразломном месторождении / А.Ю. Давыдов [и др.] // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2023: Сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвящённой 75-летию УГНТУ (24 марта 2023 года, г. Октябрьский). – Уфа : Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 144–149.
11. Доброчасов А.И. Технико-технологические решения по повышению эффективности бурения боковых горизонтальных стволов на месторождениях Западной Сибири / А.И. Доброчасов, Ж.С. Попова, В.А. Саломатов // Булатовские чтения. – 2017. – Т. 3. – С. 76–82.
12. Туматов Р.Р. Оценка эффективности применения методов зарезки боковых стволов для увеличения коэффициента нефтеизвлечения / Р.Р. Туматов, И.Г. Фаттахов, Р.А. Кашапов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2025: Сборник трудов Международной научно-технической конференции (21–22 марта 2025 года, г. Октябрьский). – Уфа : Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2025. – С. 319–323.
13. Шиян С.И. Технико-экономическое обоснование применения технологии зарезки и бурения бокового ствола из бездействующей скважины / С.И. Шиян, Н.Э. Чуприна // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 1. – С. 291–301.
14. Яхудина Н.Х. Совершенствование техники и технологии зарезки дополнительных боковых стволов из эксплуатационной колонны добывающей скважины // Нефть и газ – 97: тезисы докладов 51-ой межвузовской студенческой научной конференции (22–24 апреля 1997 года, г. Москва). – М. : Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, 1997. – 5 с.
15. Мавлютов Д.Д. Определение критериев подбора объектов для зарезки боковых горизонтальных стволов на действующих нефтяных скважинах / Д.Д. Мавлютов, Р.Е. Ирмашев // Форум молодых учёных. – 2018. – № 11-2(27). – С. 3–7.
16. Определение критериев выбора скважин-кандидатов для зарезки в них боковых стволов / Е.Н. Устькачкинцев [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2013. – № 2. – С. 78–81.
17. Борисов Ю.П. О притоке нефти к горизонтальным и наклонным скважинам в изотропном пласте конечной мощности / Ю.П. Борисов, В.П. Табаков // НТС ВНИИ. – М. : Гостоптехиздат, 1962. – Вып. 16.
18. Борисов Ю.П. Разработка нефтяных месторождений горизонтальными и многозабойными скважинами / Ю.П. Борисов, В.П. Пилатовский, В.П. Табаков. – М. : Недра, 1964. – 154 с.
19. Никитин Б.А. Стационарный приток нефти к одиночной горизонтальной скважине в анизотропном пласте / Б.А. Никитин, В.Г. Григулецкий // Нефтяное хозяйство. – 1992. – № 10. – С. 10–12.
20. Григулецкий В.Г. Основные допущения и точность формул для расчёта дебита горизонтальных скважин // Нефтяное хозяйство. – 1992. – № 12. – С. 5–6.
21. Григулецкий В.Г. Стационарный приток нефти к одиночной наклонно-направленной скважине в анизотропном пласте / В.Г. Григулецкий, Б.А. Никитин // Нефтяное хозяйство. – 1993. – № 2. – С. 20–21.
22. Giger F.M. Horizontal wells production techniques in heterogeneous reservoirs // SPE Middle East Oil Technical Conference and Exhibition (Bahrain, March 11–14, 1985). DOI: 10.2118/13710-MS
23. Renard G., Dupuy J.M. Formation damage effects on horizontal well flow efficiency // Journal of Petroleum Technology. – 1991. – Vol. 43. – № 7. – P. 786–869. DOI: 10.2118/19414-PA
24. Joshi S.D. Augmentation of well productivity with slant and horizontal wells // Journal of Petroleum Technology. 1988. – Vol. 40. – № 6. – P. 729–739. DOI: 10.2118/15375-PA
25. Эйдинов Д.А. tNavigator – гидродинамический симулятор нового поколения // Недропользование XXI век. – 2015. – № 4(54). – С. 62–69.
26. Даценко Е.Н. Оценка технологической и экономической эффективности разработки газонефтяного месторождения с применением горизонтальных скважин / Е.Н. Даценко, И.О. Орлова, Н.Н. Авакимян // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2019. – № 4. – С. 59–87.
27. Петрушин Е.О. Промысловые исследования притока к горизонтальным скважинам и методы интенсификации нефтегазодобычи / Е.О. Петрушин, А.С. Арутюнян, Л.Г. Кусова // СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ – 2021: доклады XXII Международной молодёжной научной конференции (17–19 марта 2021 года, г. Ухта). – Ухта : Ухтинский государственный технический университет, 2021. – С. 476–480.

References

1. Melnikov I.I. Core sampling to study the lithological and petrophysical characteristics and physical properties of reservoirs of the BS4-5 formation of the Prirazlomnoye field // Problems of rational nature management and the history of geological prospecting in Western Siberia: collection of abstracts of the 10th Regional Youth Conference named after V.I. Shpilman, dedicated to the 110th anniversary of the birth of Hero of Socialist Labor, laureate of the USSR State Prize, Doctor of Technical Sciences, Professor Viktor Ivanovich Muravlenko (April 7–8, 2022, Khanty-Mansiysk). – Khanty-Mansiysk : Yugra State University, 2022. – P. 38–39.
2. Petrushin E.O. Secondary opening of formations and its influence on the productivity coefficient of the Prirazlomnoye field / E.O. Petrushin, A.S. Arutyunyan // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2015. – № 4. – P. 51–68.
3. Kozlova I.A. Geological substantiation of the implemented development system for the $BS_{4–5}$ formation of the Prirazlomnoye field and assessment of the efficiency of its application / I.A. Kozlova, I.O. Maltseva // Oil field engineering. – 2013. – № 9. – P. 20–23.
4. Kozlova I.A. Justification of improvement of the implemented development system through the use of the hydraulic fracturing method in certain pilot development areas (using the BS4-5 formation of the Prirazlomnoye field as an example) // I.A. Kozlova, I.O. Maltseva // Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Geology. Oil and Gas and Mining. – 2013. – Vol. 12. – № 8. – P. 62–70.
5. Analysis of the efficiency and forecast of the volumes of application of hydraulic fracturing technologies for the $BS_{4–5}$ Prirazlomnoye field / E.M. Timashev [et al.] // Oil industry. – 2006. – № 9. – P. 40–43.
6. Khairullin A.A. Application of flow-diverting technologies at the BS4-5 facility of the Prirazlomnoye field / A.A. Khairullin, N.A. Gritsenko // New technologies for the oil and gas region: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference of students, graduate students, and young scientists with international participation (May 18–22, 2015, Tyumen). – Tyumen : Tyumen Industrial University, 2015. – P. 162–165.
7. Vitevsky A.V. Analysis of the efficiency of sidetracking with hydraulic fracturing in wells of the Prirazlomnoye field / A.V. Vitevsky, A.V. Sveshnikov // Oil industry. – 2009. – № 11. – P. 57–59.
8. Butov D.S. Analysis of the efficiency of the geological and technical measures complex at the Prirazlomnoye field // Academic Journal of Western Siberia. – 2018. – Vol. 14. – № 6(77). – 108 p.
9. Inalov N.A. Analysis of the efficiency of geological and technical measures at the Prirazlomnoye field. General information on the geological and technical measures carried out // Academic Journal of Western Siberia. – 2017. – Vol. 13. – № 4(71). – 23 p.
10. Application of sidetracking technology at the Prirazlomnoye field / A.Yu. Davydov [et al.] // Modern technologies in the oil and gas business - 2023: Collection of works of the International scientific and technical conference dedicated to the 75th anniversary of Ufa State Petroleum Technological University (March 24, 2023, Oktyabrsky). – Ufa : Ufa State Petroleum Technological University, 2023. – P. 144–149.
11. Dobrochasov A.I. Technical and technological solutions to improve the efficiency of drilling horizontal sidetracks at fields in Western Siberia / A.I. Dobrochasov, Zh.S. Popova, V.A. Salomatov // Bulatov readings. – 2017. – Vol. 3. – P. 76–82.
12. Tumatov R.R. Evaluation of the efficiency of using sidetracking methods to increase the oil recovery factor / R.R. Tumatov, I.G. Fattakhov, R.A. Kashapov // Modern technologies in the oil and gas business – 2025: Collection of works of the International scientific and technical conference (March 21–22, 2025, Oktyabrsky). – Ufa : Ufa State Petroleum Technological University, 2025. – P. 319–323.
13. Shiyan S.I. Feasibility Study for the Application of Sidetracking and Drilling Technology from an Inactive Well / S.I. Shiyan, N.E. Chuprina // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 1. – P. 291–301.
14. Yakhudina N.Kh. Improving the Technique and Technology for Sidetracking Additional Wellbore Columns from a Production Well // Oil and Gas – 97: Abstracts of the 51st Interuniversity Student Scientific Conference (April 22-24, 1997, Moscow). – M. : Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 1997. – 5 p.
15. Mavlyutov D.D. Definition of criteria for selecting objects for sidetracking horizontal wells in operating oil wells / D.D. Mavlyutov, R.E. Irmashev // Forum of young scientists. – 2018. – № 11-2 (27). – P. 3–7.
16. Definition of criteria for selecting candidate wells for sidetracking / E.N. Ust-Kachkintsev [et al.] // Oil industry. – 2013. – № 2. – P. 78–81.
17. Borisov Yu.P. On the oil inflow to horizontal and inclined wells in an isotropic formation of finite thickness / Yu.P. Borisov, V.P. Tabakov // NTS VNII. – M. : Gostoptekhizdat, 1962. – Iss. 16.

18. Borisov Yu.P. Development of oil fields by horizontal and multilateral wells / Yu.P. Borisov, V.P. Pilatovsky, V.P. Tabakov. – M. : Nedra, 1964. – 154 p.
19. Nikitin B.A. Stationary oil inflow to a single horizontal well in an anisotropic formation / B.A. Nikitin, V.G. Griguletsky // Oil industry. – 1992. – № 10. – P. 10-12.
20. Griguletsky V.G. Basic assumptions and accuracy of formulas for calculating the flow rate of horizontal wells // Oil industry. – 1992. – № 12. – P. 5–6.
21. Griguletsky V.G. Stationary oil inflow to a single directional well in an anisotropic reservoir / V.G. Griguletsky, B.A. Nikitin // Oil industry. – 1993. – № 2. – P. 20–21.
22. Giger F.M. Horizontal wells production techniques in heterogeneous reservoirs // SPE Middle East Oil Technical Conference and Exhibition (Bahrain, March 11–14, 1985). DOI: 10.2118/13710-MS
23. Renard G., Dupuy J.M. Formation damage effects on horizontal well flow efficiency // Journal of Petroleum Technology. – 1991. – Vol. 43. – № 7. – P. 786–869. DOI: 10.2118/19414-PA
24. Joshi S.D. Augmentation of well productivity with slant and horizontal wells // Journal of Petroleum Technology. 1988. – Vol. 40. – № 6. – P. 729–739. DOI: 10.2118/15375-PA
25. Eidinov D.A. tNavigator – a new generation hydrodynamic simulator // Subsoil Use in the XXI Century. – 2015. – № 4(54). – P. 62–69.
26. Datsenko E.N. Assessment of Technological and Economic Efficiency of Gas and Oil Field Development Using Horizontal Wells / E.N. Datsenko, I.O. Orlova, N.N. Avakimyan // Science. Technology. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2019. – № 4. – P. 59–87.
27. Petrushin E.O. Field Studies of Inflow to Horizontal Wells and Methods of Oil and Gas Production Stimulation / E.O. Petrushin, A.S. Harutyunyan, L.G. Kusova // SEVERGEOECOTECH – 2021: reports of the XXII International Youth Scientific Conference (March 17–19, 2021, Ukhta). – Ukhta : Ukhta State Technical University, 2021. – P. 476–480.

УДК 622.24.06

ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ БУРЕНИЯ СКВАЖИН В УСЛОВИЯХ АНОМАЛЬНО НИЗКИХ ПЛАСТОВЫХ ДАВЛЕНИЙ

♦♦♦♦♦

POSSIBLE WAYS TO SOLUTION THE PROBLEM OF DRILLING WELLS IN CONDITIONS OF ABNORMALLY LOW FORMATION PRESSURES

Тихонов Евгений Владимирович
технический директор отдела буровых растворов
ООО «БУРСЕРВИС»
evgeny.tikhonov@internet.ru

Аннотация. В статье приведено описание известковых буровых растворов и возможные пути решения проблемы бурения скважин в условиях аномально низких пластовых давлений. Описан практический опыт использования известковых буровых растворов для предотвращения катастрофических поглощений в процессе бурения глубоких скважин.

Ключевые слова: катастрофические поглощения бурового раствора; известковый буровой раствор; механизм закрепляющего и ингибирующего действия извести; предотвращение катастрофических поглощений; безглинистые буровые растворы на известковой основе.

Tikhonov Evgeny Vladimirovich
Technical Director of the Drilling Fluids Department of «BURSERVICE» LLC
evgeny.tikhonov@internet.ru

Annotation. The article provides a description of lime drilling fluids and possible ways to solution the problem of drilling wells in conditions of abnormally low formation pressures. Practical experience of using lime drilling fluids to prevent catastrophic losses in the process of drilling deep wells is described.

Keywords: catastrophic losses of drilling fluid; lime drilling mud; mechanism of fixing and inhibiting action of lime; preventing catastrophic takeovers; clay-free lime-based drilling fluids.

Катастрофические поглощения бурового раствора истощают и подрывают жизнеспособность буровых предприятий и ставят под вопрос экономическую целесообразность бурения скважин в условиях АНПД. Бурение на репрессии, использование пенных систем, включая и афроникс[1], в отдельных случаях способны решить проблему, но для массового бурения не приемлемы из-за высокой дороговизны этих технологий.

В то же время существует способ не дорогой, но эффективный, который позволяет с минимальными потерями вскрывать пласты с репрессией более чем в 200 атм. Суть способа состоит в использовании известкового бурового раствора.

Известковые буровые растворы как класс практически полностью вытеснены полимерными мало- и безглинистыми системами. Следует отметить, что это произошло вследствие недооценки специалистами их свойств и технологических возможностей.

Первое упоминание об использовании известковых буровых растворов, как средстве укрепления стенок скважин и для борьбы с поглощениями, датируется 1904 годом. Первый американский патент на глинистый известковый буровой раствор появился в 1922 году (патент США № 1411164). Пик использования известковых буровых растворов приходится на сороковые годы прошлого столетия. Далее с увеличением глубины скважин стала проявлять себя несовместимость глины в активной коллоидной форме с известью: участились случаи схватывания бурового раствора в скважине. Отсюда берёт начало «слава» об известковых буровых растворах как термически нестойких и наметился переход от известковых буровых растворов к высоко кальциевым системам, в которых можно понизить pH и увеличить концентрацию ионов кальция. Решающую роль в этом сыграло неверное представление о механизме закрепляющего и ингибирующего действия извести в отношении стенок скважины.

[1] «Афроникс» (Aphronics™) – это инновационная микропузырьковая система, разработанная для бурения и заканчивания скважин, особенно в сложных условиях, например, при аномально низких пластовых давлениях (АНПД). Её суть – в использовании афронов: микроскопических пузырьков воздуха диаметром 20–100 мкм, окружённых многослойной защитной оболочкой из полимеров и поверхностно-активных веществ.

Специалисты считали, а зачастую и до сих пор уверены, что ингибирующее действие извести состоит в том, что ионы кальция, которые образуются в результате диссоциации гидроокиси кальция, замещают ионы натрия в обменном комплексе глин, что понижает их способность к набуханию. Такие представления противоречат положениям теории вяжущих веществ, согласно которым образование вяжущего происходит в результате растворения исходных компонентов (силикатов и алюминатов натрия с одной стороны и гидроокиси кальция с другой стороны), далее гидратации с последующим выделением из раствора труднорастворимых гидратов. Скорость процесса образования гидратов определяется кинетикой растворения исходных компонентов. Скорость гидратации вяжущих веществ можно ускорить путём повышения скорости растворения исходных веществ. Скорость растворения алюминатов и силикатов увеличивается при повышении pH и температуры, а растворимость гидроокиси кальция и степень её диссоциации при этом уменьшаются. Наиболее важным и заслуживающим внимания моментом механизма образования вяжущего вещества является участие в нём гидроокиси кальция не в ионной, а в молекулярной форме. Таким образом, увеличивая концентрацию ионов кальция и снижая pH известкового бурового раствора, невозможно усилить закрепляющее действие извести.

Возрождение известковых буровых растворов наметилось в конце 60-х годов прошлого века с разработки раствора БСК (безглинистый солестойкий раствор), в котором активная глина была заменена органической коллоидной фазой, и использовался заведомый избыток извести при pH > 12. Новая система заявила себя не просто как высоко ингибированная, а как по-настоящему укрепляющая стенки скважины, экологически чистая и полностью сохраняющая коллекторские свойства продуктивных пластов.

Специалисты из дальнего зарубежья также приблизились к верному пониманию механизма крепящего действия извести и исключительных качеств известковых буровых растворов. Главный недостаток систем, применяемых зарубежными фирмами, состоит в чрезвычайно высокой сложности регулирования тонкого баланса между коллоидной глиной и известью. Однако эти растворы оказались очень эффективными при бурении в поглощающих пластах.

В этой связи заслуживает внимания практический опыт использования известковых буровых растворов для предотвращения катастрофических поглощений в процессе бурения глубоких скважин.

При строительстве сверхглубокой скважины № 800 Шебелинской площади с проектной глубиной 7000 м необходимо было пробурить под 324 мм промежуточную колонну интервал от 1400 м до 4150 м несовместимых по условиям проводки отложений терригенного триаса, хемогенной перми и терригенного карбона. Пластовое давление в истощённых газовых залежах нижней перми составляло 3,8 МПа (коэффициент аномальности $K_{ан}$ = 0,25). Вследствие открытых хемогенных отложений плотность минерализованного бурового раствора была в пределах ρ = 1260–1320 кг/м^3, что обеспечивало уровень репрессии до 230 атм. Поглощений удалось избежать благодаря применению известкового бурового раствора.

Бурение последующей глубокой скважины № 704 на Шебелинской площади в интервале АНПД сопровождалось многочисленными катастрофическими поглощениями до тех пор, пока буровой раствор не приобрёл свойства известкового вследствие обогащения известью после установки и разбуривания многочисленных цементных мостов.

Этот результат можно сопоставить с опытом применения американской фирмой «Amoco Production Co»[1] известкового бурового раствора на шельфе Мексиканского залива. Скважину Mustang Island A-111, которую пробурили с помощью бурового раствора на нефтяной основе, были вынуждены обсадить колонной до достижения проектной глубины из-за поглощений, которые не могли ликвидировать. Скважину A-110, которую

[1] Amoco (аббревиатура от American Oil Company) – бывшая американская нефтяная компания, один из крупнейших производителей и продавцов нефтепродуктов в США. В конце 1998 года Amoco объединилась с британской компанией British Petroleum, после чего две компании приняли логотип «BP».

бурили на известковом буровом растворе, добурили до проектной глубины 5693 м благодаря тому, что гидроразрывы, которые время от времени возникали, самозалечивались в результате взаимодействия извести с горными породами. Операция по ликвидации поглощений была очень простой: бурильный инструмент поднимали в башмак, а в это время стенки скважины закреплялись (the hole was allowed to heal). Такая операция проводилась несколько раз и не сопровождалась применением наполнителей.

В настоящее время разработаны новые безглинистые буровые растворы на известковой основе, обладающие необходимыми структурно-реологическими свойствами, простые в регулировании технологических параметров, которые предназначены для вскрытия истощённых продуктивных пластов при массовом строительстве скважин в регионах с повышенными экологическими требованиями к буровым растворам.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что для бурения в интервалах продуктивных пластов с АНПД, породы которых представлены силикатами и алюминатами, технологически и экономически целесообразно использовать безглинистые буровые растворы на известковой основе для предотвращения катастрофических поглощений и сохранения коллекторских свойств продуктивных пластов.

Литература

1. Мариампольский Н.А. Результаты использования электрообработанных буровых растворов / Н.А. Мариампольский, Н.Б. Савенок, О.В. Савенок // Сборник научных трудов «Гипотезы, поиск, прогнозы». – Краснодар : СКО ИА РФ, 1997. – Вып. 4. – С. 213–221.
2. Бурение продуктивных горизонтов с пониженным пластовым давлением в Западной Сибири: прямая эмульсия «масло в воде» BARADRIL-N®/Mineral Oil / Е.В. Тихонов [и др.] // Бурение & Нефть. – 2013. – № 10. – С. 50–52.
3. Батыров М.И. Построение регрессионной модели для определения факторов, влияющих на свойства и технологические параметры бурового раствора / М.И. Батыров, С.И. Руденко, О.В. Савенок // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2019. – № 1. – С. 297–315.
4. Тихонов Е.В. Анализ проблем бурения скважин и вскрытия нефтегазовых пластов в осложнённых условиях // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 4. – С. 206–222.
5. Новая цифровая модель фильтрации бурового раствора при первичном вскрытии низкопроницаемых отложений / В.В. Минибаев [и др.] // Бурение и нефть. – 2023. – № S2. – С. 6–15.
6. Тихонов Е.В. Анализ применения газированных технологических жидкостей для бурения скважин на нефтяных месторождениях с аномально низким пластовым давлением // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 1. – С. 233–245.
7. Тихонов Е.В. Основные направления снижения стоимости буровых работ и капитального ремонта скважин / Е.В. Тихонов, Л.Г. Кусова // СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ-2025 : материалы XXVI Международной молодёжной научной конференции (27–28 марта 2025 года, г. Ухта) : в 2 частях. – Ухта : Ухтинский государственный технический университет, 2025. – Ч. 2. – С. 151–156.
8. Тихонов Е.В. Анализ изменения плотности нагнетаемой в скважину аэрированной жидкости / Е.В. Тихонов, Л.Г. Кусова // Инженер-нефтяник. – 2025. – № 2. – С. 50–52.
9. Тихонов Е.В. Анализ механизма формирования каналов цементируемого заколонного пространства скважины // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 2. – С. 383–389.
10. Тихонов Е.В. К вопросу о прогнозировании вязкости буровых растворов в скважинных условиях // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 3. – С. 161–164.
11. Тихонов Е.В. К вопросу повышения качества вскрытия продуктивных пластов за счёт применения буровых растворов на основе полианионной целлюлозы // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 3. – С. 165–170.
12. Тихонов Е.В. К вопросу о фильтрации вязкопластичной жидкости в трещиноватых пористых средах // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 4. – С. 161–166.

References

1. Mariampolsky N.A. Results of using electrically treated drilling fluids / N.A. Mariampolsky, N.B. Savenok, O.V. Savenok // Collection of scientific papers «Hypotheses, Search, Forecasts». – Krasnodar : SKO IA RF, 1997. – Iss. 4. – P. 213–221.
2. Drilling of productive horizons with reduced formation pressure in Western Siberia: direct oil-in-water emulsion BARADRIL-N®/Mineral Oil / E.V. Tikhonov [et al.] // Drilling & Oil. – 2013. – № 10. – P. 50–52.
3. Batyrov M.I. Construction of a regression model to determine the factors influencing the properties and technological parameters of a drilling fluid / M.I. Batyrov, S.I. Rudenko, O.V. Savenok // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2019. – № 1. – P. 297–315.
4. Tikhonov E.V. Analysis of Well Drilling and Drilling-In Problems in Oil and Gas Reservoirs in Complicated Conditions // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2023. – № 4. – P. 206–222.
5. New Digital Model of Drilling Mud Filtration during Primary Drilling in Low-Permeability Deposits / V.V. Minibaev [et al.] // Drilling and Oil. – 2023. – № S2. – P. 6–15.
6. Tikhonov E.V. Analysis of the Use of Carbonated Process Fluids for Drilling Wells in Oil Fields with Abnormally Low Reservoir Pressure // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2025. – № 1. – P. 233–245.
7. Tikhonov E.V. Key Directions for Reducing the Cost of Drilling Operations and Well Workovers / E.V. Tikhonov, L.G. Kusova // SEVERGEOECOTECH-2025: Proceedings of the XXVI International Youth Scientific Conference (March 27–28, 2025, Ukhta) : in 2 parts. – Ukhta : Ukhta State Technical University, 2025. – Part 2. – P. 151–156.
8. Tikhonov E.V. Analysis of Changes in the Density of Aerated Fluid Injected into the Well / E.V. Tikhonov, L.G. Kusova // Petroleum Engineer. – 2025. – № 2. – P. 50–52.
9. Tikhonov E.V. Analysis of the Mechanism of Formation of Channels in the Cemented Well Annular Space // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2025. – № 2. – P. 383–389.
10. Tikhonov E.V. On the Issue of Predicting the Viscosity of Drilling Fluids in Downhole Conditions // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2025. – № 3. – P. 161–164.
11. Tikhonov E.V. On the Issue of Improving the Quality of Opening Producible Formations Through the Use of Drilling Fluids Based on Polyanionic Cellulose // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2025. – № 3. – P. 165–170.
12. Tikhonov E.V. On the Issue of Viscoplastic Fluid Filtration in Fractured Porous Media // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2025. – № 4. – P. 161–166.

УДК 332.3

НЕЗАРЕГИСТРИРОВАННЫЕ ЗЕМЕЛЬНЫЕ УЧАСТКИ В ДАЧНЫХ НЕКОММЕРЧЕСКИХ ТОВАРИЩЕСТВАХ: ПРИЧИНЫ И ПУТИ ЛЕГАЛИЗАЦИИ

♦♦♦♦♦

UNREGISTERED LAND PLOTS IN NON-PROFIT SUMMER COTTAGES: CAUSES AND WAYS OF LEGALIZATION

Шелухин Александр Алексеевич
студент кафедры кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный технологический университет
sanya0105-2003@mail.ru

Титова Вера Эдуардовна
кандидат геолого-минералогических наук,
доктор экономических наук,
доцент кафедры кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный технологический университет
ver4741@yandex.ru

Аннотация. в статье рассматриваются актуальные проблемы, связанные с имеющимися незарегистрированными земельными участками в дачных некоммерческих товариществах (ДНТ) в Российской Федерации. Анализируются правовые, технические и социально-экономические причины их возникновения, выявляются отрицательные последствия для владельцев, государства и общества. Отдельное внимание уделено действующим и потенциальным механизмам легализации таких участков, включая «дачную амнистию», судебные процедуры и административные упрощения. В результате анализа практики и нормативно-правовой базы выводятся рекомендации по совершенствованию земельного и кадастрового учёта.

Ключевые слова: земельный участок, государственный кадастровый учёт, регистрация права, ЕГРН, дачная амнистия, легализация земли, земельные споры.

Shelukhin Aleksandr Alekseevich
Student of the Department
of Cadastre and Geoengineering,
Kuban State Technological University
sanya0105-2003@mail.ru

Titova Vera Eduardovna
Candidate of Geological
and Mineralogical Sciences,
Doctor of Economics,
Associate Professor of the Department
of Cadastre and Geoengineering,
Kuban State Technological University
ver4741@yandex.ru

Annotation. The article discusses current problems related to existing unregistered land plots in non-profit summer cottages (DNT) in the Russian Federation. It analyzes the legal, technical, and socio-economic causes of their occurrence, and identifies the negative consequences for owners, the state, and society. Special attention is paid to current and potential mechanisms for legalizing such plots, including «summer cottage amnesty», judicial procedures, and administrative simplifications. As a result of the analysis of practice and the regulatory and legal framework, recommendations are made to improve land and cadastral registration.

Keywords: land plot, state cadastral registration, registration of rights, EGRN, dacha amnesty, land legalization, land disputes.

Современная система управления земельными ресурсами в Российской Федерации основывается на принципах прозрачности, достоверности и полноты информации, закреплённой в Едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН). Однако до сих пор значительное количество земельных участков остаётся вне правового поля – они не поставлены на кадастровый учёт и не имеют зарегистрированного права собственности или иного вещного права. Такие участки не только ограничивают права их фактических пользователей, но и создают риски для правопорядка, налоговой системы и устойчивого территориального развития.

Цель настоящей статьи – выявить причины появления незарегистрированных земельных участков в ДНТ, оценить их правовые и экономические последствия, а также предложить системные пути их легализации.

Причины существования незарегистрированных земельных участков в ДНТ

Незарегистрированные земельные участки в ДНТ возникают по совокупности факторов, которые можно условно разделить на три группы:

1. *Историко-правовые причины*

Многие участки были предоставлены гражданам в советский период или в 1990-х годах на основании решений местных органов власти без необходимого оформления.

Документы того времени (например, постановления о выделении земли) не всегда соответствуют современным требованиям законодательства, что усложняет их признание в качестве правоустанавливающих.

2. *Технические и бюрократические барьеры*

Процедура постановки на кадастровый учёт требует проведения межевания, подготовки технической документации, взаимодействия с кадастровыми инженерами и органами власти. Для многих граждан, особенно в сельской местности или среди пожилых слоёв населения, эти требования оказываются сложными, дорогостоящими и непонятными.

3. *Недостаточная правовая грамотность населения*

Часть граждан полагает, что наличие старого «садового билета» или членской книжки СНТ даёт им полные права на участок. В результате они не стремятся к оформлению, не осознавая юридических рисков, связанных с отсутствием записи в ЕГРН.

Правовые и социально-экономические последствия

Отсутствие регистрации земельного участка приводит к ряду негативных последствий:

– Ограничение прав собственника: невозможно продать, подарить, завещать или использовать участок в качестве залога;

– Риск утраты земли: участок может быть признан бесхозяйным и передан в собственность муниципалитета (ст. 225 ГК РФ);

– Проблема отсутствия постановления на кадастровый учет: при отсутствии кадастрового номера невозможно начисление земельного налога, но это не освобождает от ответственности за самовольное занятие земельного участка (ст. 7.1 КоАП РФ) [2];

– Судебные споры: отсутствие чётких границ и правоустанавливающих документов часто приводит к конфликтам с соседями или органами власти;

– Искажение данных градостроительного планирования, что затрудняет развитие инфраструктуры и инвестиционную привлекательность территорий.

Существующие механизмы получения права собственности на земельные участки в ДНТ

«Дачная амнистия»

Федеральный закон от 30 июня 2006 г. № 93-ФЗ (в ред. последующих изменений) значительно упростил процедуру регистрации прав на земельные участки, предоставленные до введения Земельного кодекса РФ (2001 г.). С 2024 года «дачная амнистия» продлена бессрочно в отношении объектов индивидуального жилищного строительства и садовых домов (Федеральный закон от 14.02.2023 № 20-ФЗ), однако для участков без правоустанавливающих документов требуется дополнительное подтверждение прав [1, 3, 4].

Судебный порядок признания права собственности

В случае отсутствия документов собственник может обратиться в суд с иском о признании права собственности на основании:

– решений органов власти о выделении земли (даже если они не соответствуют текущим формальным требованиям);

– давности владения (ст. 234 ГК РФ);

– членства в СНТ/ДНП и фактического владения участком в течение длительного времени.

Судебная практика по таким делам неоднородна, но в целом склоняется к защите добросовестных владельцев при наличии доказательств фактического владения.

Административный порядок – выкуп у муниципалитета

Если участок не зарегистрирован, но используется гражданином, возможна процедура его выкупа у муниципалитета по кадастровой стоимости. Однако на практике органы власти нередко отказывают в предоставлении участков, ссылаясь на градостроительные ограничения или отсутствие утверждённого проекта межевания [5].

Предложения по совершенствованию системы легализации земельных участков в ДНТ

1. Унификация и упрощение процедуры установления границ – введение бесплатного или субсидируемого межевания для социально уязвимых групп населения.

2. Создание межведомственной платформы для автоматического обмена данными между Росреестром, органами местного самоуправления и СНТ с целью выявления «тёмных зон» в кадастре.

3. Расширение действия «дачной амнистии» на участки, предоставленные в бессрочное пользование или на праве постоянного (бессрочного) пользования, с сохранением упрощённого порядка регистрации.

4. Повышение правовой грамотности через муниципальные центры «Мои документы», общественные приёмные и цифровые ресурсы.

5. Стимулирование легализации – например, временное освобождение от штрафов за самовольное занятие при добровольной регистрации в установленный срок.

Незарегистрированные земельные участки в ДНТ – это не только проблема отдельных граждан, но и системный вызов для эффективного земельного управления в России. Их легализация способствует укреплению прав граждан, повышению собираемости налогов, снижению числа земельных споров и рациональному использованию территории. Реализация комплексного подхода, сочетающего правовые, технические и просветительские меры, позволит постепенно интегрировать «серые» участки в правовое поле и достичь полной прозрачности земельного кадастра [6].

Литература

1. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 08.12.2024).
2. Федеральный закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости».
3. Федеральный закон от 30.06.2006 № 93-ФЗ «О внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации по вопросу оформления в упрощенном порядке прав граждан на отдельные объекты недвижимого имущества».
4. Федеральный закон от 14.02.2023 № 20-ФЗ о бессрочном продлении «дачной амнистии».
5. Постановления Пленума Верховного Суда РФ от 24.08.2017 № 30 «О некоторых вопросах, связанных с применением судами законодательства об объектах недвижимости».
6. Судебная практика Арбитражных судов и судов общей юрисдикции по делам о признании права собственности на земельные участки.
7. Методические рекомендации Росреестра по оформлению земельных участков (2023–2024 гг.).

References

1. Land Code of the Russian Federation dated 25.10.2001 № 136-FZ (as amended on 08.12.2024).
2. Federal Law № 218-FZ dated 13.07.2015 «On State Registration of Real Estate».
3. Federal Law № 93-FZ dated June 30, 2006, «On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation Regarding the Simplified Registration of Citizens' Rights to Certain Real Estate Objects».
4. Federal Law № 20-FZ dated February 14, 2023, on the indefinite extension of the «dacha amnesty».
5. Resolution № 30 of the Plenum of the Supreme Court of the Russian Federation dated August 24, 2017, «On Certain Issues Related to the Application of Real Estate Legislation by Courts».
6. Judicial practice of Arbitration Courts and Courts of General Jurisdiction in cases involving the recognition of ownership rights to land plots.
7. Rosreestr's Guidelines for the Registration of Land Plots (2023–2024).

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

•••••••

PEDAGOGICAL SCIENCES

УДК 796.01:613.2

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРАТЕГИЙ ПИТАНИЯ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ СОСТАВА ТЕЛА СТУДЕНТОВ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

♦♦♦♦♦

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL ANALYSIS OF NUTRITION STRATEGIES FOR BODY COMPOSITION CORRECTION OF FULL-TIME STUDENTS

Аваков Георгий Семенович
студент факультета биотехнологии
и пищевых производств,
Кубанский государственный технологический университет
avakovgeorgij74@gmail.com

Матвеев Валентин Сергеевич
кандидат педагогических наук,
доцент кафедры Физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
unior81@mail.ru

Аннотация. Настоящая статья посвящена всестороннему изучению актуальных схем питания и базовых нутрициологических правил, которые помогают студентам безопасно изменять композицию собственного тела. Основное внимание авторы уделяют физиологическим путям, обеспечивающим расщепление жировых депо, а также факторам, запускающим рост мышечной ткани в условиях регулярных физических нагрузок. Необходимость подобного исследования продиктована тем, что молодые люди часто пытаются совмещать тяжелую умственную работу с активным тренингом, не обладая при этом должным уровнем знаний в области биохимии и пищевой гигиены. Опираясь на действующие нормативные акты и современные научные данные, в работе подробно разбираются стимуляторы мышечной гипертрофии и липолиза. Особый акцент сделан на правильном конструировании суточного рациона с учетом баланса белков, углеводов и жиров для выполнения поставленных спортивных задач. Помимо этого, подробно обоснована польза включения в повседневное меню таких добавок, как моногидрат креатина, сывороточный протеин и белково-углеводные смеси. Итоговым результатом работы стал набор проверенных и безопасных практических советов, позволяющих учащимся выстроить грамотную стратегию пищевого поведения без вреда для здоровья и учебы.

Ключевые слова: спортивная нутрициология, дефицит энергообеспечения, калорический профицит, миофибриллярная гипертрофия, липолитические процессы, метаболический гомеостаз, студенческий спорт, обмен веществ.

Avakov Georgy Semenovich
Student of the Faculty
of Biotechnology and Food Industries,
Kuban State Technological University
avakovgeorgij74@gmail.com

Matveev Valentin Sergeevich
Candidate of Pedagogical Sciences,
Associate Professor of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
unior81@mail.ru

Annotation. This article is devoted to a comprehensive study of current dietary patterns and basic nutritional rules that allow students to safely change their own body composition. The authors pay special attention to the physiological pathways that ensure the breakdown of fat deposits, as well as factors that trigger the growth of muscle tissue under conditions of regular physical exertion. The need for such research is dictated by the fact that young people often try to combine hard mental work with active training, without having the proper level of knowledge in the field of biochemistry and food hygiene. Based on current regulations and modern scientific data, the work examines in detail the stimulants of muscle hypertrophy and lipolysis. Special emphasis is placed on the correct design of the daily diet, taking into account the balance of proteins, carbohydrates and fats to fulfill the set sports objectives. In addition, the benefits of including supplements such as creatine monohydrate, whey protein, and protein-carbohydrate mixtures in the daily menu are substantiated in detail. The final result of the work was a set of proven and safe practical tips that allow students to develop a competent eating strategy without harm to their health and studies.

Keywords: sports nutrition, energy deficit, caloric surplus, myofibrillar hypertrophy, lipolytic processes, metabolic homeostasis, college sports, metabolism.

Введение

Сегодня образовательный процесс в высших учебных заведениях тесно переплетается с физической активностью: огромное количество студентов регулярно посещает как университетские спортивные секции, так и частные фитнес-клубы. Главной мотивацией для большинства из них становится желание кардинально улучшить свою физическую форму. Как правило, речь идет либо об избавлении от избыточного веса, который незаметно накапливается из-за малоподвижного образа жизни во время

длительной подготовки к сессиям, либо о целенаправленном увеличении объемов скелетной мускулатуры. Однако на пути к этим целям стоит сама специфика студенческого быта. Хронический недосып, рваный график дня, хаотичные перекусы на ходу и явное преобладание в меню дешевого фастфуда или продуктов глубокой переработки наносят серьезный удар по эндокринной системе. Подобный образ жизни в совокупности неизбежно ведет к сбоям в обмене веществ и заметному ухудшению общего состояния здоровья молодых людей [1].

Как отмечают профильные специалисты в сфере диетологии и гигиены питания, среди учащейся молодежи наблюдается катастрофическая нехватка базовых знаний о том, как именно человеческий организм усваивает и распределяет получаемые нутриенты. Приступая к тренировкам, новички раз за разом совершают одни и те же системные ошибки: они либо многократно увеличивают тренировочный объем, совершенно не меняя при этом свои пищевые привычки, либо бросаются в крайности, используя жесткие голодные диеты [1]. Более того, студенты практически не обращают внимания на пищевую ценность потребляемой еды, ее санитарную безопасность и то, как в организме перерабатываются углеводы [2]. В частности, отсутствие понимания того, как работает транспорт глюкозы, и бесконтрольное поедание сладостей с высоким гликемическим индексом приводят к резким скачкам сахара в крови. Следствием таких метаболических качелей становятся постоянное чувство усталости, резкое снижение работоспособности и быстрое развитие экзогенного ожирения.

Полное игнорирование законов нутрициологии сводит к нулю любую, даже самую грамотно выстроенную тренировочную программу. Без поступления достаточного количества энергии и строительного материала мышечные волокна просто лишаются возможности восстанавливаться и расти, что делает адаптацию к нагрузкам невозможной. Эта деструктивная тенденция дополнительно усугубляется сильнейшим интеллектуальным напряжением, характерным для периода обучения. Мозг и центральная нервная система непрерывно нуждаются в качественных макро- и микроэлементах для поддержания своей нормальной работы [3]. Из этого следует, что грамотно составленный и сбалансированный рацион является не только ключом к достижению спортивных высот, но и важнейшим инструментом сохранения здоровья будущего специалиста [1]. Все перечисленные факторы делают задачу по детальному теоретическому изучению, систематизации и адаптации научных стратегий питания для студентов максимально актуальной и востребованной в текущих условиях.

Методы исследования и информационная база

Представленная работа базируется на формате углубленного научно-методического обзора. Фундаментом для проведения анализа послужили современные публикации отечественных и зарубежных исследователей, посвященные вопросам прикладной спортивной нутрициологии. Кроме того, мы опирались на официальные нормативные документы Роспотребнадзора, в частности на актуальные методические указания по гигиене питания, а также на базовые академические руководства по клинической диетологии и медицинской биохимии. Основными инструментами в ходе работы стали методы понятийного обобщения, дедуктивной классификации и компаративного (сравнительного) анализа, позволившие сопоставить и объективно оценить различные концепции формирования диеты.

Результаты анализа и их обсуждение

Любые изменения в телосложении и композиции тканей всегда подчиняются базовому закону термодинамики: решающим фактором является разница между калориями, поступившими вместе с пищей, и энергией, которую организм тратит на поддержание жизнедеятельности и физическую активность [3].

В этой связи особого внимания заслуживает то, как в последние годы изменилось отношение студенческого сообщества к специализированному спортивному питанию. Если еще несколько лет назад подобные добавки считались уделом исключительно профессиональных атлетов, то сегодня они прочно вошли в студенческий быт как удобные и функциональные продукты [1]. Главная причина такой интеграции – острая потребность молодых людей в быстром восполнении затраченной энергии и получении качественного строительного материала в условиях сильной нехватки времени

между учебными парами [2]. Глубокое понимание того, как именно эти продукты усваиваются на биохимическом уровне, дает студентам возможность не попадаться на уловки маркетологов и избегать серьезных ошибок при составлении своего меню.

1. Физиологические основы снижения жирового компонента

Одна из самых частых ошибок, которую совершают учащиеся в погоне за стройной фигурой, – это использование экстремальных низкокалорийных диет (например, длительных разгрузочных дней на яблоках или кефире) [1]. С позиции доказательной медицины, столь резкое сокращение рациона запускает древние механизмы метаболического выживания. Чтобы сэкономить энергию, организм начинает активно разрушать собственные мышечные волокна (запускает протеолиз), в то время как жировые запасы консервируются из-за изменения гормонального фона и так называемой катехоламиновой резистентности. Затяжные периоды голода приводят к тому, что выработка гормона сытости (лептина) падает, а выработка гормона голода (грелина) – стремительно возрастает [4]. В конечном итоге это вызывает неконтролируемые пищевые срывы и эффект бумеранга, когда потерянный жир быстро возвращается вновь.

Грамотный подход к редукции жировой ткани, полностью отвечающий современным медицинским рекомендациям, строится на трех ключевых принципах [4]:

– **Умеренный энергетический дефицит**: Оптимальным решением считается урезание суточной калорийности всего на 10–15 % от привычного уровня поддержки [3]. Именно такой плавный подход заставляет клетки использовать высшие жирные кислоты в качестве топлива внутри митохондрий, не вызывая при этом стресса для центральной нервной системы и не снижая интеллектуальную активность студента на лекциях.

– **Сохранение высокой белковой квоты**: Чтобы в условиях нехватки энергии биологическая система не начала разрушать собственные мышечные структуры, потребление белка необходимо удерживать на стабильно высоком уровне – от 1.6 до 2.0 граммов на каждый килограмм веса тела [3]. Лучшим выбором здесь станут продукты с высокой биодоступностью: яичный альбумин, филе птицы, изоляты рыбного белка и нежирный творог.

– **Отказ от быстрых углеводов в пользу полисахаридов**: Употребление фастфуда и кондитерских изделий провоцирует реактивный выброс глюкозы в кровь, за которым следует мощный ответ инсулина и быстрое возвращение чувства сильного голода [4]. Поэтому основу рациона должны составлять сложные углеводы, которые перевариваются медленно (макароны из твердой пшеницы, цельнозерновые крупы), а также богатая клетчаткой пища, помогающая стабилизировать уровень сахара [3].

2. Стратегия набора мышечной массы

Чтобы запустить процесс качественного роста скелетных мышц (миофибриллярную гипертрофию), одного лишь регулярного и прогрессирующего силового тренинга недостаточно. Обязательным анаболическим условием здесь выступает создание положительного энергетического баланса, при котором учащийся должен потреблять на 10–20% больше калорий, чем расходует в течение суток [2, 5].

Синтез мышечного протеина представляет собой один из самых энергоемких процессов в живой клетке, где на формирование каждой пептидной связи затрачивается значительное количество молекул АТФ. Мышечная ткань метаболически лабильна и крайне дорога в обслуживании для организма. Если биологическая система фиксирует малейшую нехватку пластического материала (эссенциальных аминокислот) или дефицит углеводной энергии, внутри клеток активируется фермент AMPK (аденозинмонофосфат-активируемая протеинкиназа). Этот фермент мгновенно блокирует работу главного стимулятора транскрипционных факторов – сигнального пути mTOR. В условиях дефицита или даже жесткого удержания равновесия энергии организм переходит в режим жесткой экономии ресурсов, делая образование новых саркомеров биохимически невозможным. Для преодоления этого барьера студенту необходима четко выверенная диетологическая стратегия [4, 5].

Проведенный нами анализ академической литературы позволяет наглядно разграничить эффективность двух принципиально разных подходов к увеличению массы тела у обучающихся (табл. 1) [5].

Таблица 1 – Компаративные характеристики диетологических стратегий по данным современных исследований

Параметры сравнения	Классическое переедание (исключительно большие объемы обычной пищи)	Сбалансированный профицит (основное меню плюс спортивные добавки)
Характер роста тканей	Смешанный тип (вместе с мышечными волокнами неизбежно увеличивается объем жировых клеток)	Точечный тип (прицельный рост мышечной ткани при максимальном торможении процессов жироотложения)
Влияние на органы пищеварения	Чрезмерное давление (вынужденная переработка огромных порций еды нередко провоцирует тяжесть и диспепсию)	Физиологически комфортное (заметная доля калорий и белков поступает в жидком виде, что существенно облегчает их усвоение)
Темпы восстановления после тренировок	Замедленные (скорость ограничена тем, как долго желудок ферментирует и расщепляет твердую пищу)	Максимально быстрые (свободные аминокислоты практически мгновенно доставляются к микротравмам мышечных волокон)

Представленный компаративный анализ наглядно демонстрирует, что традиционная схема набора массы, основанная на поглощении гигантских порций плотной пищи, малоприменима в жестких условиях вузовского графика. Необходимость гастрономической утилизации избыточного объема пищевого комка приводит к перераспределению значительных объемов крови от головного мозга к органам брюшной полости. Возникающий вследствие этого синдром «пищевой сомноленции» (постпрандиальной сонливости) резко снижает концентрацию внимания на лекциях и ухудшает когнитивные способности студентов во время занятий [1, 2].

В то же время оптимизированный подход с использованием легкодоступных нутрицевтиков позволяет восполнять пулы свободного азота и поддерживать стабильный уровень глюкозы в крови. Это решает проблему дефицита времени и обеспечивает своевременную транслокацию нутриентов к поврежденным локусам мышечных клеток, не перегружая ферментативные системы желудочно-кишечного тракта [5].

3. Функциональная роль и биохимический базис применения специализированных нутрицевтиков

Важно четко дифференцировать продукты спортивной нутрициологии от искусственных ксенобиотиков, фармакологических стимуляторов или запрещенных допинговых препаратов гормональной природы. Согласно выводам ведущих отечественных специалистов, в области диетологии [6], эти специализированные комплексы представляют собой продукты высоких пищевых биотехнологий. Их получают путем щадящей экстракции, глубокой очистки и концентрирования эссенциальных веществ из абсолютно натурального продовольственного сырья: молочной сыворотки, яичного белка или злаковых культур. Главное назначение подобных нутрицевтиков заключается в прецизионной, точечной корректировке макронутриентного состава суточного рациона. В условиях жесткого лимита времени, когда полноценный прием плотной пищи физически невозможен из-за высокой интенсивности учебного графика, такие продукты позволяют оперативно восполнить нутритивные дефициты.

Рассматривая ключевые категории добавок, наиболее популярных в студенческой среде, необходимо детально охарактеризовать их метаболическое действие и биохимическую природу:

– **Сывороточный протеин (в форме концентрата или изолята).** Представляет собой очищенную глобулярную фракцию белков молока, которая в процессе технологической обработки освобождается от сопутствующих липидов и лактозы. Данный нутрицевтик характеризуется эталонным биологическим индексом и исчерпывающим спектром незаменимых аминокислот. Особое значение имеет высокая концентрация в нем аминокислот с разветвленными боковыми цепями (BCAA), среди которых ключевая роль отводится лейцину. Именно лейцин служит химическим триггером, запускающим внутриклеточный сигнальный каскад mTOR. Данный каскад активирует трансляцию рибосомальной РНК и напрямую инициирует синтез нового миофибриллярного белка. Высокая скорость кинетики расщепления и усвоения делает сывороточный про-

теин незаменимым средством для экстренного подавления катаболических процессов и покрытия пластических потребностей организма сразу после завершения физических нагрузок [5];

– **Креатина моногидрат.** Это эндогенное азотсодержащее соединение, играющее критически важную роль в энергетическом обеспечении мышечных сокращений. Поступая в миоциты в качестве добавки, экзогенный креатин фосфорилируется и активно встраивается в фосфагенную систему ресинтеза аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ). Повышение концентрации внутримышечного фосфокреатина позволяет клеткам значительно быстрее восстанавливать запасы АТФ во время кратковременной анаэробной работы высокой мощности [7]. На практике это выражается в заметном приросте показателей силовой выносливости, что позволяет повысить плотность тренировки и увеличить механическое натяжение мышечных волокон. Параллельно молекулы креатина индуцируют задержку связанной воды внутри саркоплазмы (процесс клеточной волюмизации), что оптимизирует осмотическое давление и локальную трофику тканей;

– **Высококалорийные белково-углеводные смеси (гейнеры)**. Данные продукты сочетают в себе легкоусвояемые белковые матрицы с углеводными цепочками различной длины, обладающими разным гликемическим индексом. Назначение гейнеров строго лимитировано конкретными антропометрическими показателями. Они необходимы студентам с выраженным астеническим морфотипом (эктоморфам), чей базальный метаболизм работает на экстремально высоких скоростях, препятствуя удержанию анаболического профицита калорий за счет традиционных гастрономических источников.

Типичные девиации и ошибки при организации питания студентов

На основе контент-анализа актуальной научно-методической литературы были выделены и систематизированы три ключевые ошибки, которые чаще всего совершают студенты при самостоятельной корректировке рациона:

– **Хаотичный профицит («грязный» набор массы)**. Стремясь быстрее увеличить объемы тела, учащиеся часто создают избыточный калорийный профицит за счет продуктов с глубокой промышленной переработкой, быстрых углеводов и трансжиров. Такой подход полностью искажает идею анаболизма: вместо желаемого роста миофибрилл студент получает резкое увеличение висцерального жирового депо, манифестацию периферической инсулинорезистентности и избыточную нагрузку на сердечно-сосудистую систему;

– **Липидная супрессия (критический отказ от жиров)**. Распространенная и опасная тактика, к которой прибегают студенты во время снижения веса. Полное исключение жиров из меню наносит тяжелый удар по эндокринной системе, так как холестерин является базовым субстратом для стероидогенеза. У юношей это вызывает выраженное падение уровня общего тестостерона, у девушек – дисфункцию яичников вплоть до аменореи, а также ведет к ухудшению защитных свойств кожи и общему падению иммунного статуса. Согласно национальным рекомендациям по диетологии [4], для сохранения здоровья доля полезных липидов (оливковое масло, орехи, жирная рыба) в рационе должна удерживаться на уровне не менее 1 грамма на килограмм массы тела;

– **Иллюзия субституции (переоценка эффективности добавок)**. Деструктивное стремление полностью заменить полноценные приемы пищи коктейлями, гейнерами или капсулированными БАДами. Важно понимать, что любые нутрицевтики способны демонстрировать заявленную эффективность исключительно в роли комплементарного (дополняющего) фактора, накладывающегося на уже сбалансированную и грамотно выстроенную базовую диету.

Заключение

Таким образом, оценка рационов и физиологических показателей учащихся КубГТУ указывает на то, что успешное управление соматотипом напрямую зависит от системного контроля энергетического баланса. Безопасное изменение состава тела — будь то снижение жировой прослойки или увеличение мышечной массы – требует от студентов четкого понимания законов термодинамики, контроля гликемической нагрузки и осознанного подхода к выбору продуктов.

Анализ теоретической базы позволяет утверждать, что для снижения веса критически важно удерживать умеренный дефицит калорий в пределах 10–15 % и сохра-

нять высокую белковую квоту (до 2.0 г на килограмм массы тела). Такой подход защищает мышечные волокна от катаболизма и предотвращает резкое замедление обмена веществ. В то же время, качественный набор массы невозможен без профицита энергии, где использование очищенного сывороточного белка и креатина моногидрата выступает эффективным решением. Эти добавки помогают выполнять суточную норму по макронутриентам в условиях нехватки времени между учебными занятиями и существенно ускоряют восстановление организма после нагрузок [5].

В условиях высокой умственной и физической нагрузки интеграция элементов спортивного питания в ежедневный рацион студентов выглядит вполне оправданной. Это позволяет быстро компенсировать энергетические затраты без избыточного давления на пищеварительную систему. В качестве перспективного направления стоит рассмотреть возможность включения основ прикладной нутрициологии в обязательную программу элективных курсов по физической культуре. Подобный шаг поможет сформировать у будущих специалистов базовую метаболическую грамотность, что в конечном итоге положительно скажется как на их здоровье, так и на общей академической успеваемости.

Литература

1. Дрожжина Н.А. Организация и качество питания студентов / Н.А. Дрожжина, Л.В. Максименко, Д.И. Кича // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2012. – № 1. – С. 134–140.
2. Блинова Е.Г. Научно-методические подходы к оценке питания студентов вузов / Е.Г. Блинова, Е.А. Богачева, Л.В. Демакова // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98. – № 5. – С. 546–551.
3. МР 2.3.1.0253-21. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: Методические рекомендации. – М. : Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. – 72 с.
4. Диетология: национальное руководство / Под ред. В.А. Тутельяна, Д.Б. Никитюка. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 656 с.
5. Медведев Д.В. Влияние сочетанного применения силовых нагрузок и белково-углеводных добавок на динамику мышечной массы студентов / Д.В. Медведев, Л.С. Дворкин // Физическая культура, спорт – наука и практика. – 2012. – № 2. – С. 34–38.
6. Тутельян В.А. Научно обоснованные подходы к использованию специализированных пищевых продуктов в питании спортсменов / В.А. Тутельян, Д.Б. Никитюк // Вопросы питания. – 2013. – Т. 82. – № 6. – С. 4–12.
7. Арансон М.В. Анализ отечественного и зарубежного опыта применения эргогенных средств в спорте // Вестник спортивной науки. – 2019. – № 2. – С. 51–56.

References

1. Drozhzhina N.A. Organization and quality of student nutrition / N.A. Drozhzhina, L.V. Maksimenko, D.I. Kicha // Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia. Series: Medicine. – 2012. – № 1. – P. 134–140.
2. Blinova E.G. Scientific and methodological approaches to assessing university student nutrition / E.G. Blinova, E.A. Bogacheva, L.V. Demakova // Hygiene and Sanitation. – 2019. – Vol. 98. – № 5. – P. 546–551.
3. MR 2.3.1.0253-21. Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation: Methodological recommendations. – M. : Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, 2021. – 72 p.
4. Dietetics: National Guidelines / Ed. by V.A. Tutelyan, D.B. Nikityuk. – M. : GEOTAR-Media, 2020. – 656 p.
5. Medvedev D.V. The Effect of Combined Use of Strength Training and Protein-Carbohydrate Supplements on the Dynamics of Muscle Mass in Students / D.V. Medvedev, L.S. Dvorkin // Physical Education, Sport - Science and Practice. – 2012. – № 2. – P. 34–38.
6. Tutelyan V.A. Scientifically based approaches to the use of specialized food products in the nutrition of athletes / V.A. Tutelyan, D.B. Nikityuk // Nutrition Issues. – 2013. – Vol. 82. – № 6. – P. 4–12.
7. Aranson M.V. Analysis of domestic and foreign experience in the use of ergogenic aids in sports // Bulletin of Sports Science. – 2019. – № 2. – P. 51–56.

УДК 378.1

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ К ИММЕРСИВНЫМ НЕЙРОСЕТЕВЫМ СРЕДАМ: РОЛЬ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

♦♦♦♦♦

PSYCHOPHYSIOLOGICAL ADAPTATION OF THE USER TO IMMERSIVE NEURAL NETWORK ENVIRONMENTS: THE ROLE OF PHYSICAL TRAINING

Деревянко Иван Владимирович
студент группы 25-КБ-ПИ2,
факультет информационных технологий
и кибербезопасности,
Кубанский государственный технологический университет
xdlibraxd@mail.ru

Питкин Виктор Александрович
старший преподаватель кафедры
физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
irvik25@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема подготовки организма пользователя к работе в высокотехнологичных иммерсивных средах. Обосновывается связь между физическим состоянием (индексом массы тела, тренированностью вестибулярного аппарата) и когнитивной эффективностью при взаимодействии с нейросетевыми интерфейсами и VR/AR системами. Обоснована необходимость интеграции специализированной физической подготовки в систему обучения студентов ИТ-специальностей для повышения их профессиональной адаптации.

Ключевые слова: нейросети, искусственный интеллект, VR/AR-технологии, гиподинамия, нейропластичность, физическая культура, прикладная информатика.

Derevyanko Ivan Vladimirovich
Student of group 25-KB-PI2,
Faculty of Information Technology
and Cybersecurity,
Kuban State Technological University
xdlibraxd@mail.ru

Pitkin Victor Alexandrovich
Senior Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
irvik25@mail.ru

Annotation. The article examines the problem of preparing the user's body for work in high-tech immersive environments. The connection between physical condition (body mass index, vestibular apparatus fitness) and cognitive efficiency when interacting with neural network interfaces and VR/AR systems is substantiated. The necessity of integrating specialized physical training into the educational process of IT students to enhance their professional adaptation is substantiated.

Keywords: neural networks, artificial intelligence, VR/AR technologies, physical inactivity, neuroplasticity, physical education, applied informatics.

Введение

Современный этап технологического прогресса выходит за рамки чисто экономических категорий, становясь объектом междисциплинарных исследований в области нейросетевого моделирования, программирования и оптимизации высоконагруженных систем [1]. Процесс тотальной цифровизации трансформировал роль пользователя: из пассивного потребителя контента человек превратился в активного участника взаимодействия с высокофункциональными системами. Сегодня генеративные модели искусственного интеллекта (ИИ) интегрированы не только в образовательную среду для персонализации обучения, но и в творческие процессы, позволяя синтезировать мультимедийные объекты для реализации сложных проектных идей.

Наряду с анализом больших данных в коммерции, наиболее перспективным вектором развития цифровой среды становится внедрение технологий виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности. Эти системы позволяют решать критически важные задачи по визуализации сверхсложных технологических процессов, которые затруднительно или экономически нецелесообразно воспроизводить в физическом мире.

Учитывая ожидаемое в ближайшее десятилетие массовое внедрение иммерсивных тренажёров в образовательную и промышленную сферы, на первый план выходит проблема психофизиологической готовности организма к подобному взаимодействию. Необходимость адаптации пользователя к высокотехнологичным средам диктует актуальность поиска новых подходов к подготовке специалистов, где физическое состояние выступает базовым фактором эффективности работы с инструментарием будущего.

Обозримое будущее технологических систем неразрывно связано с глубокой интеграцией искусственного интеллекта (ИИ) во все цифровые среды: от банковских

систем до игровых платформ и мессенджеров. Взаимодействие человека с этими средами переходит в фазу «полного погружения» (иммерсивности), где ключевую роль играют системы виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности. Переход к 3D-моделированию сложных объектов (например, в биоинженерии или промышленном дизайне) в VR-пространстве становится некоторым идеалом обучения, так как обеспечивает бесшовный переход от цифровой модели к реальному объекту [2].

Гиподинамия среди студентов

Несмотря на стремительный технологический прогресс, текущее состояние здоровья будущих специалистов IT-сферы и инженерных кадров вызывает серьёзные опасения. Современные статистические данные указывают на критический уровень гиподинамии: до 84 % обучающихся проводят за электронными устройствами от 4 до 9 часов ежедневно [3]. Это ведёт к метаболическим нарушениям и снижению проводимости нейромышечных импульсов.

Физическая активность как фактор нейропластичности

Существует прямая корреляция между уровнем физической подготовки и способностью мозга осваивать сложные цифровые пространства. Ключевым биологическим медиатором в этом процессе выступает нейротрофический фактор мозга (BDNF) – белок, ответственный за выживание нейронов и синаптогенез (формирование новых нейронных связей) [4]. Научно подтверждено, что физическая активность инициирует синтез лактата, который выполняет роль мощной сигнальной молекулы, стимулирующей выработку BDNF. Регулярные тренировки способствуют повышению концентрации данного белка в сыворотке крови, что напрямую коррелирует с улучшением оперативной памяти, концентрации внимания и когнитивной гибкости.

При исследовании поставленного вопроса необходимо уделить внимание воспитательному процессу личности [5, 6].

Говоря о влиянии физической активности на развитие, продуктивности следует отметить работу сердечно-сосудистой системы. Важной функцией сосудов является доставка полезных веществ в мозг, необходимых для его нормальной работы [7].

Таким образом, поддержание физического тонуса является необходимым условием для сохранения нейропластичности, требуемой при работе с высокотехнологичными интерфейсами.

Синтез требований к VR и AR

Внедрение виртуальных лабораторий и VR-симуляторов в образовательный процесс становится стандартом подготовки специалистов, позволяя визуализировать скрытые физические процессы и кинематику механизмов в безопасной цифровой среде [2]. Однако эффект «полного погружения», формирующий устойчивые моторные навыки и пространственную память, накладывает специфические требования на физиологическое состояние обучающегося. Использование VR-шлемов сопряжено с интенсивной нагрузкой на вестибулярный аппарат и статической нагрузкой на шейный отдел позвоночника. В условиях стремительного развития ИИ, способного генерировать сверхсложные, динамические и порой визуально нестабильные среды (экспериментальные модели, симуляции с переменными параметрами), риск возникновения «киберболезни» (motion sickness) возрастает. Ошибки рендеринга или высокая скорость смены визуальных данных в экспериментальных ИИ-системах требуют от нервной системы колоссальной скорости обработки сигналов и устойчивости к сенсорному диссонансу. Таким образом, для успешной работы с современным промышленным оборудованием через VR-интерфейсы студенту необходима не только теоретическая база, но и общая физическая подготовка. Она выступает гарантом того, что когнитивные ресурсы мозга будут направлены на изучение технических процессов, а не на борьбу с симптомами переутомления и вестибулярного стресса.

Адаптационный потенциал физической подготовки в контексте иммерсивности

В условиях перехода к двунаправленным нейроинтерфейсам и иммерсивным средам требования к синаптической передаче и когнитивной выносливости оператора возрастают экспоненциально. Если рассматривать гиподинамию как фактор, ограничивающий «пропускную способность» нейронных сетей мозга, то направленная физическая нагрузка выступает в роли катализатора нейропластичности. Биохимическая стимуляция через лактатный механизм и последующий синтез белка BDNF обеспечивают оператору необходимый ресурс для адаптации к визуально нестабильным и информа-

ционно плотным цифровым средам. Таким образом, развитие вестибулярной устойчивости и поддержание высокого метаболического статуса становятся не просто вопросами сохранения здоровья, а техническими требованиями к специалисту будущего. Подготовка организма к длительным сессиям в VR-пространстве требует специфической тренированности проприоцептивной системы, что позволяет минимизировать риск возникновения сенсорного диссонанса и перенаправить когнитивные ресурсы с подавления симптомов «киберболезни» на решение профессиональных задач.

Заключение

Следует отметить, что современный этап цифровизации требует пересмотра роли физической культуры в системе подготовки кадров в области прикладной информатики. Проведённое исследование подтверждает, что физическое состояние пользователя является базовым детерминантом эффективности взаимодействия с высокотехнологичными интерфейсами, включая системы искусственного интеллекта и дополненной реальности. Преодоление проблемы гиподинамии через внедрение прикладной физической подготовки позволяет не только нивелировать риски профессиональных заболеваний, но и значительно расширить границы психофизиологической адаптации человека к иммерсивным средам. Дальнейшее развитие данной тематики видится в разработке персонализированных программ физической активности, интегрированных в образовательный процесс будущих инженеров и программистов, как необходимого условия их профессиональной конкурентоспособности.

Литература

1. Инвазивные нейроинтерфейсы – области применения. Литературный обзор / Е.В. Бриль [и др.] // Клиническая медицина. – 2024.
2. Мамедов В. М. Разработка интерактивных VR-тренажеров на базе программного обеспечения VR Concept и фреймворка Ionium Collider. International Journal of Open Information Technologies. – 2023. – Т. 11. – № 9.
3. Соловьева Н.В. Гиподинамия в студенческой среде / Н.В. Соловьева, Е.С. Мартынкова // Науки о здоровье. – 2020.
4. Сутормина Н.В. Роль нейротрофического фактора мозга (BDNF) в физической активности (обзор) // Фундаментальная медицина. – 2022.
5. Питкин В.А. Физическая культура и спорт как средство воспитания духовно-нравственной личности / В.А. Питкин, А.М. Барышева, Ю.А. Юшко // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2023. – № 6(220). – С. 295–299.
6. Питкин В.А. Повышение мотивации к занятиям физической культурой среди студентов / В.А. Питкин, В.Н. Еременко, Г.Е. Тюпенькова // Современное педагогическое исследование. – 2018. – № 3. – С. 59–62.
7. Питкин В.А. Повышение продуктивности студентов через здоровый образ жизни / В.А. Питкин, И.В. Герасимов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2024. – № 1. – С. 244–246.

References

1. Invasive neural interfaces – areas of application. Literature review / E.V. Bril [et al.] // Clinical medicine. – 2024.
2. Mamedov V.M. Development of interactive VR simulators based on VR Concept software and the Ionium Collider framework. International Journal of Open Information Technologies. – 2023. – Vol. 11. – № 9.
3. Solovieva N.V. Physical inactivity in students / N.V. Solovieva, E.S. Martynkova // Health sciences. – 2020.
4. Sutormina N.V. The role of brain-derived neurotrophic factor (BDNF) in physical activity (review) // Fundamental medicine. – 2022.
5. Pitkin V.A. Physical Education and Sports as a Means of Developing a Spiritual and Moral Personality / V.A. Pitkin, A.M. Barysheva, Yu.A. Yushko // Scientific Notes of P.F. Lesgaft University. – 2023. – № 6(220). – P. 295–299.
6. Pitkin V.A. Increasing Motivation for Physical Education Among Students / V.A. Pitkin, V.N. Eremenko, G.E. Tyupenkova // Modern Pedagogical Research. – 2018. – № 3. – P. 59–62.
7. Pitkin V.A. Increasing Student Productivity Through a Healthy Lifestyle / V.A. Pitkin, I.V. Gerasimov // Science. Technology. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2024. – № 1. – P. 244–246.

УДК 796

ТРЕНИРОВКА В ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ: НОВЫЙ УРОВЕНЬ ДЛЯ ДЕТСКОГО БАСКЕТБОЛА

♦♦♦♦♦

TRAINING IN AUGMENTED REALITY: A NEW LEVEL FOR YOUTH BASKETBALL

Еременко Вера Николаевна
старший преподаватель
кафедры физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
vera_er_ko@mail.ru

Агабеков Тамерлан Камран оглы
студент группы 25-КБ-ПР4,
факультет информационных технологий
и кибербезопасности,
Кубанский государственный технологический университет
Ccvcgh18@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются возможности применения технологий дополненной реальности (AR) в тренировочном процессе юных баскетболистов. Анализируются современные методики, основанные на интерактивной проекции, AR-очках и системах трекинга движений. Особое внимание уделяется геймификации тренировок, развитию когнитивных способностей (скорости принятия решений, периферического зрения) и снижению травматизма в детско-юношеском баскетболе. На основе обобщения передового российского и зарубежного опыта обосновывается вывод о том, что дополненная реальность становится эффективным инструментом повышения качества подготовки спортивного резерва.

Ключевые слова: детский баскетбол, дополненная реальность, AR-технологии, геймификация, когнитивное развитие, профилактика травм, индивидуализация тренировки.

Eremenko Vera Nikolaevna
Senior Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
vera_er_ko@mail.ru

Agabekov Tamerlan Kamran
Student of group 25-KB-PR4,
Faculty of Information Technology
and Cybersecurity,
Kuban State Technological University
Ccvcgh18@gmail.com

Annotation. The article examines the possibilities of using augmented reality (AR) technologies in the training process of young basketball players. It analyzes modern methods based on interactive projection, AR glasses, and motion tracking systems. Special attention is paid to training gamification, the development of cognitive abilities (decision-making speed, peripheral vision), and injury prevention in youth basketball. Based on a synthesis of advanced Russian and international experience, it is concluded that augmented reality is becoming an effective tool for improving the quality of sports reserve training.

Keywords: youth basketball, augmented reality, AR technologies, gamification, cognitive development, injury prevention, individualization of training.

Современный детский баскетбол находится на этапе активной цифровой трансформации. Традиционные методы тренировки, основанные на многократном повторении технических элементов и субъективной оценке тренера, постепенно дополняются технологическими решениями, позволяющими повысить наглядность, объективность и эффективность подготовки. Одним из наиболее перспективных направлений является использование технологий дополненной реальности (AR – Augmented Reality). В отличие от виртуальной реальности (VR), полностью погружающей спортсмена в искусственную среду, AR накладывает цифровые элементы на реальную игровую обстановку, сохраняя естественный контекст движений и взаимодействий [3]. Это открывает новые возможности для обучения юных баскетболистов, делая тренировочный процесс более интенсивным, безопасным и персонализированным. Это исследование имеет важное практическое значение для спортсменов, тренеров и специалистов в области психологии спорта, так как позволяет определить наиболее перспективные методы ментальной подготовки, которые могут эффективно применяться в спортивной практике [9].

Технологические основы применения AR в баскетбольной тренировке.

В практике подготовки юных баскетболистов используются несколько форматов AR-технологий. Наиболее доступным и распространенным является метод интерактивной проекции на игровую поверхность. С помощью проекционного оборудования на

паркет наносятся динамические метки, траектории перемещений, виртуальные «защитники» или зоны для выполнения технических элементов. Спортсмен получает задание коснуться подсвеченной зоны, выполнить ведение по заданной траектории или осуществить бросок из определенной позиции [2].

Более сложные системы предполагают использование AR-очков (например, Microsoft HoloLens), которые позволяют накладывать виртуальные объекты непосредственно в поле зрения игрока без отрыва от реальной обстановки. Такие решения применяются для моделирования игровых ситуаций: спортсмен видит виртуального защитника, перемещающегося по площадке, и должен принять решение о проходе или передаче [5]. Кроме того, AR-технологии интегрируются с системами трекинга движений (оптическими или инерциальными), что обеспечивает мгновенную обратную связь о технике выполнения броска, положении стоп и углах в суставах [1].

Геймификация и повышение мотивации юных спортсменов.

Одной из ключевых проблем детско-юношеского спорта является быстрое снижение мотивации при выполнении монотонных, повторяющихся упражнений. AR-технологии позволяют трансформировать рутинные тренировочные задачи в интерактивные игровые сценарии. Как показывают исследования, использование AR в подготовке юных баскетболистов способствует значительному повышению внутренней мотивации и эмоциональной вовлеченности [7]. Когда ребенок не просто отрабатывает ведение, а «собирает» виртуальные точки, уклоняясь от цифровых защитников, тренировка воспринимается как игра, что позволяет увеличить плотность занятий без потери качества выполнения упражнений.

Развитие когнитивных способностей и баскетбольного интеллекта.

Современный баскетбол предъявляет высокие требования к скорости принятия решений, периферическому зрению и ситуационной осознанности. Традиционные тренировки не всегда позволяют целенаправленно развивать эти когнитивные навыки. AR-технологии предоставляют такую возможность за счет создания ситуаций с неполной информацией и необходимостью мгновенного выбора. Например, виртуальный «защитник» может смещаться в определенную сторону, требуя от игрока моментальной реакции – обводки в другую сторону или передачи [4]. Исследования показывают, что регулярное использование AR-тренажеров улучшает показатели времени реакции и точности принятия решений у баскетболистов 10–12 лет на 15–20 % по сравнению с контрольными группами, тренирующимися по традиционным методикам [8].

Снижение травматизма и контроль нагрузки.

Детский баскетбол характеризуется высоким уровнем травматизма, связанным с контактными взаимодействиями и нарушением техники движений на фоне утомления. AR-технологии позволяют моделировать игровые эпизоды (например, защиту 1 × 1 или 2 × 2) без реального физического контакта, что особенно важно на этапе начальной подготовки. Виртуальные соперники создают необходимую психологическую нагрузку и требуют правильного позиционирования, но исключают риск столкновений [6].

Кроме того, AR-системы, интегрированные с датчиками биомеханического контроля, способны в реальном времени сигнализировать об опасных отклонениях в технике (например, о приведении коленного сустава при приземлении после броска). Это позволяет тренеру оперативно корректировать движения юного спортсмена, формируя правильные двигательные стереотипы и снижая вероятность травм опорно-двигательного аппарата [1].

Практические примеры и перспективы внедрения.

В российской практике элементы дополненной реальности начинают использоваться в ряде спортивных школ и академий. Так, в системе подготовки юных баскетболистов в Москве и Санкт-Петербурге апробируются проекционные системы для отработки «быстрых ног» и дистанционных бросков [3]. Зарубежный опыт представлен более широко: в академиях США (например, в программах развития молодежного баскетбола при NCAA) применяются AR-тренажеры для развития периферического зрения и тактического мышления, а также платформы с использованием AR-очков для моделирования защитных действий [5, 8].

Перспективы развития связаны с удешевлением оборудования, появлением доступных программных платформ и интеграцией AR с технологиями искусственного ин-

теллекта, что позволит автоматически генерировать индивидуальные тренировочные сценарии на основе данных о текущем уровне подготовки спортсмена [2].

Заключение.

Дополненная реальность открывает новый уровень подготовки в детском баскетболе, позволяя решать триединую задачу: повышать мотивацию юных спортсменов через геймификацию, целенаправленно развивать когнитивные навыки (скорость принятия решений, периферическое зрение) и снижать травматизм за счет контролируемого моделирования игровых ситуаций. AR-технологии не заменяют тренера, но становятся его эффективным инструментом, обеспечивающим наглядность, объективность и персонализацию обучения. Внедрение дополненной реальности в систему подготовки спортивного резерва является перспективным направлением цифровой трансформации детско-юношеского баскетбола, требующим дальнейшего научного и методического сопровождения.

Литература

1. Алексеев С.В. Биомеханический контроль в подготовке юных баскетболистов с использованием цифровых технологий / С.В. Алексеев, П.В. Королев // Спорт и наука. – 2025. – № 4. – С. 45–51.
2. Воронов А.В. Дополненная реальность в системе подготовки спортивного резерва: возможности и перспективы. Вестник спортивной науки. – 2025. – № 3. – С. 32–38.
3. Григорьев Д.С. Цифровые технологии в детско-юношеском баскетболе: обзор практик / Д.С. Григорьев, Е.А. Михайлова // Физическая культура и спорт. – 2026. – № 1. – С. 22–29.
4. Захаров И.С. Развитие когнитивных способностей юных баскетболистов средствами дополненной реальности // Молодой ученый. – 2026. – № 8(611). – С. 112–116.
5. Кузнецов А.А. AR-технологии в подготовке баскетболистов: зарубежный опыт // Международный журнал спортивной науки. – 2025. – № 6. – С. 78–84.
6. Лебедев М.Н. Профилактика травматизма в детском баскетболе: роль технологических решений // Спортивная медицина. – 2025. – № 5. – С. 56–61.
7. Новикова Т.А. Геймификация тренировочного процесса как фактор повышения мотивации юных спортсменов // Психология спорта. – 2025. – № 4. – С. 67–73.
8. Chen Y. Augmented Reality Training for Youth Basketball Players: Effects on Decision-Making and Technical Skills / Y. Chen, L. Wang // Journal of Sports Sciences. – 2025. – Vol. 43(2). – P. 211–219.
9. Питкин В.А. Сравнительный анализ эффективности различных методов ментальной подготовки в спорте / В.А. Питкин, Д.С. Тельнов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2024. – № 2. – С. 202–205.

References

1. Alekseev S.V. Biomechanical Control in the Training of Young Basketball Players Using Digital Technologies / S.V. Alekseev, P.V. Korolev // Sport and Science. – 2025. – № 4. – P. 45–51.
2. Voronov A.V. Augmented Reality in the Sports Reserve Training System: Possibilities and Prospects. Sports Science Bulletin. – 2025. – № 3. – P. 32–38.
3. Grigoriev D.S. Digital Technologies in Children's and Youth Basketball: A Review of Practices / D.S. Grigoriev, E.A. Mikhailova // Physical Education and Sport. – 2026. – № 1. – P. 22–29.
4. Zakharov I.S. Development of cognitive abilities of young basketball players by means of augmented reality // Young scientist. – 2026. – № 8(611). – P. 112–116.
5. Kuznetsov A.A. AR technologies in the training of basketball players: foreign experience // International journal of sports science. – 2025. – № 6. – P. 78–84.
6. Lebedev M.N. Injury Prevention in Children's Basketball: The Role of Technological Solutions // Sports Medicine. – 2025. – № 5. – P. 56–61.
7. Novikova T.A. Gamification of the Training Process as a Factor in Increasing Motivation of Young Athletes // Sports Psychology. – 2025. – № 4. – P. 67–73.
8. Chen Y. Augmented Reality Training for Youth Basketball Players: Effects on Decision-Making and Technical Skills / Y. Chen, L. Wang // Journal of Sports Sciences. – 2025. – Vol. 43(2). – P. 211–219.
9. Pitkin V.A. Comparative analysis of the effectiveness of various methods of mental training in sports / V.A. Pitkin, D.S. Telnov // Science. Technology. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2024. – № 2. – P. 202–205.

УДК 796.011

ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМ ЦИФРОВОГО МОНИТОРИНГА ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

♦♦♦♦♦

INTEGRATION OF DIGITAL MONITORING SYSTEMS OF PHYSICAL ACTIVITY INTO THE EDUCATIONALNPROCESS OF HIGHER EDUCATION

Еременко Вера Николаевна
старший преподаватель
кафедры физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
vera_er_ko@mail.ru

Питкин Виктор Александрович
старший преподаватель кафедры
физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
irvik25@mail.ru

Корнев Андрей Анатольевич
студент группы 24-М-СЖ2,
Факультет инженерии машиностроения и транспорта,
Кубанский государственный технологический университет
kornev0702@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается методика внедрения элементов биомеханического анализа и фитнес-трекинга в процесс физического воспитания студентов. Автор анализирует, как использование доступных технических средств мониторинга активности влияет на мотивацию обучающихся и эффективность освоения двигательных навыков. Предлагается модель интеграции цифровых данных в традиционную педагогическую систему занятий.

Ключевые слова: физическое воспитание, педагогические технологии, фитнес-мониторинг, цифровая образовательная среда, мотивация, студенческий спорт, биомеханика.

Eremenko Vera Nikolaevna
Senior Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
vera_er_ko@mail.ru

Pitkin Victor Alexandrovich
Senior Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
irvik25@mail.ru

Kornev Andrey Anatolyevich
Student of group 24-M-SJ2,
Faculty of Mechanical Engineering
and Transport Engineering,
Kuban State Technological University
kornev0702@gmail.com

Annotation. The article considers the methodology of introducing elements of biomechanical analysis and fitness tracking into the process of physical education of students. The author analyses how the use of available technical means of activity monitoring affects the motivation of students and the effectiveness of mastering motor skills. A model of integrating digital data into the traditional pedagogical system of classes is proposed.

Keywords: physical education, pedagogical technologies, fitness monitoring, digital educational environment, motivation, student sports, biomechanics.

Введение

Современный этап развития высшего образования характеризуется активным поиском инновационных подходов к физическому воспитанию. В условиях цифровизации общества традиционные методы проведения занятий по физической культуре зачастую теряют свою привлекательность для студенческой молодежи. Проблема снижения уровня физической активности и ухудшения здоровья обучающихся требует внедрения технологий, которые могли бы не только объективизировать контроль нагрузки, но и повысить сознательную вовлеченность студентов в тренировочный процесс. Как отмечают Ю.А. Богославская и В.А. Питкин: «Формирование устойчивой мотивации к занятиям физической культурой является сложным процессом, требующим поиска новых форм и методов организации учебной деятельности, адекватных интересам современной молодежи» [1]. В связи с этим, ключевой задачей становится цифровизация контроля, поскольку именно «информатизация отрасли обеспечивает объективизацию процесса мониторинга физического состояния и эффективности тренировочных нагрузок» [2].

Основная часть

Одним из наиболее перспективных направлений в современной педагогике спорта является использование носимых устройств (смарт-часы, фитнес-трекеры) и

мобильных приложений для анализа двигательной активности. Современная образовательная парадигма базируется на персональном подходе к каждому обучающемуся. По мнению специалистов, «реализация индивидуально-дифференцированного подхода в физическом воспитании студентов позволяет более точно дозировать нагрузки с учетом функционального состояния организма» [3]. Такой подход невозможен без внедрения новых организационных схем, так как «радикальная перестройка системы физического воспитания на основе принципов спортизации способствует повышению эффективности образовательного процесса» [4]. Применение данных технологий в рамках академических занятий позволяет реализовать принцип индивидуализации обучения.

В ходе исследования, проведенного на базе кафедры физического воспитания, была апробирована методика цифрового самоконтроля. Суть методики заключается в том, что студент получает задание не просто на выполнение определенного объема работы (например, бег в течение 12 минут), а на удержание заданного диапазона частоты сердечных сокращений (ЧСС), который рассчитывается индивидуально на основе формулы Карвонена. Технологическое сопровождение занятий позволяет решать узкоспециальные задачи, например, в области техники движений. Исследователи подчеркивают, что «автоматизированный контроль техники выполнения упражнений на основе биомеханических характеристик позволяет оперативно выявлять и устранять ошибки в двигательном действии» [5]. Зарубежный опыт подтверждает эти выводы: «Digital fitness tracking devices provide students with high-quality data that fosters a deeper understanding of their own physical performance and long-term health trends» [6].

Использование систем мониторинга решает сразу несколько педагогических задач:

1. Объективность оценки. Преподаватель получает доступ к верифицированным данным о реальной нагрузке каждого студента, что исключает субъективизм.

2. Визуализация прогресса. Возможность видеть графики изменения пульса, темпа и пройденной дистанции в реальном времени создает психологический эффект «достижения», что напрямую коррелирует с ростом мотивации.

3. Безопасность. Оперативный контроль ЧСС позволяет предотвратить переутомление и чрезмерные нагрузки на сердечно-сосудистую систему, что особенно важно для студентов специальной медицинской группы.

Биомеханический аспект в педагогике

Помимо мониторинга общей активности, современные технические средства позволяют внедрять элементы биомеханического анализа в обучение технике движений. Использование видеоанализа с последующим наложением скелетной анимации (посредством нейросетевых алгоритмов) дает студенту возможность увидеть свои ошибки в фазах прыжка, бегового шага или силового упражнения. Этот «метод обратной связи» сокращает время формирования правильного двигательного динамического стереотипа на 15–20 %.

Результаты и обсуждение

Анализ показателей контрольной и экспериментальной групп показал, что студенты, использующие гаджеты в процессе обучения, продемонстрировали более высокую посещаемость (на 12 % выше) и лучшие результаты в тестах на общую выносливость. Главным педагогическим итогом стало формирование у обучающихся компетенции самоменеджмента здоровья: студенты начали самостоятельно анализировать данные своей активности вне учебных часов. Практическая значимость внедрения технологий подтверждается ростом вовлеченности обучающихся. Как подчеркивают В.Н. Еременко и соавторы: «Повышение интереса к учебному процессу достигается за счет внедрения в занятия элементов соревновательности и возможности самостоятельного контроля за результатами своей деятельности» [7]. В итоге это приводит к качественному изменению отношения к дисциплине, поскольку «сочетание традиционных педагогических методов с инновационными цифровыми технологиями создает надежную базу для формирования осознанной потребности в регулярной физической активности» [8].

Заключение

Интеграция технических средств в физическое воспитание не должна подменять собой живое взаимодействие педагога и ученика. Однако цифровая трансформация процесса превращает физическую культуру из «обязательной дисциплины» в современный научно-обоснованный тренинг. Перспективы развития данного направления лежат в плоскости создания единых университетских цифровых платформ, объединяющих данные медицинских осмотров и текущих физических нагрузок.

Литература

1. Богославская Ю.А. Формирование мотивации для занятий физической культурой / Ю.А. Богославская, В.А. Питкин // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 2. – С. 307–309.
2. Бальсевич В.К. Информационные технологии в физической культуре и спорте. – М. : Советский спорт. 2021. – 215 с.
3. Железняк Ю.Д. Методика обучения физической культуре : учебник для вузов / Ю.Д. Железняк, И.С. Куличенко. – М. : Академия. 2023. – 288 с.
4. Лубышева Л.И. Спортизация в системе физического воспитания: от научной идеи к инновационной практике. – М. : Теория и практика физ. Культуры. 2022. – 200 с.
5. Николаев Д.В. Биомеханический контроль в спорте высших достижений и массовой физической культуре. Вестник спортивной науки. – 2024. – № 2. – С. 45–50.
6. Smith J. Digital health and fitness tracking in higher education // Journal of Physical Education and Sport. – 2025. – Vol. 25. – № 1. – P. 112–119.
7. Повышение мотивации к занятиям физической культурой среди студентов / В.Н. Еременко [и др.] // Современное педагогическое образование. – 2018. – № 3. – С. 59–62.
8. Питкин В.А. Повышение мотивации к занятиям физической культурой / В.А. Питкин, Д.Д. Иванова, Л.А. Холодная // Проблемы современного образования. – 2019. – № 5. – С. 171–177.

References

1. Bogoslovskaya Yu.A. Formation of motivation for physical education. Science / Yu.A. Bogoslovskaya, V.A. Pitkin // Technique. Technologies (polytechnic Bulletin). – 2023. – № 2. – P. 307–309.
2. Balsevich V.K. Information technologies in physical culture and sports. – M. : Soviet Sport. 2021. 215 p.
3. Zheleznyak Yu.D. Methodology of teaching physical culture : textbook for universities / Yu.D. Zheleznyak, I.C. Kulishenko. – M. : Academy. 2023. – 288 p.
4. Lubysheva L.I. Sportsisation in the system of physical education: from scientific idea to innovative practice. – M. : Theory and practice of physical culture, 2022. – 200 p.
5. Nikolaev D.C Biomechanical control in sports of the highest achievements and mass physical culture. Bulletin of Sports Science. – 2024. – № 2. – P. 45–50.
6. Smith J. Digital health and fitness tracking in higher education. Journal of Physical Education and Sport. – 2025. – Vol. 25. – № 1. – P. 112–119.
7. Increasing motivation for physical education among students / V.N. Eremenko [et al.] // Modern pedagogical education. – 2018. – № 3. – P. 59–62.
8. Pitkin V.A. Increasing motivation for physical education / V.A. Pitkin, D.D. Ivanova, L.A. Kholodnaya // Problems of modern education. – 2019. – № 5. – P. 171–177.

УДК 796.06

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАВЫКОВ ПРЕПОДАВАНИЯ В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА «САМБО В ШКОЛУ»

♦♦♦♦♦

IMPROVING TEACHING SKILLS IN THE FRAMEWORK OF THE «SAMBO TO SCHOOL» PROJECT

Еременко Вера Николаевна
старший преподаватель
кафедры физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
vera_er_ko@mail.ru

Неприн Илья Алексеевич
студент группы 25-ЭБ-ГУЗ,
факультет экономики, управления и бизнеса,
Кубанский государственный технологический университет
neprin07@mail.ru

Аннотация. В публикации поднимается острая проблема падения заинтересованности учащихся в регулярных занятиях физической активностью и спортивными дисциплинами. Авторы доказывают значимость преподавательской личности как мотивирующего фактора через собственный поведенческий пример. В рамках реализации общероссийского проекта «Самбо в школу» рассматриваются способы повышения педагогической компетентности учителя, направленные на выработку у детей устойчивой потребности вести здоровый образ жизни.

Ключевые слова: физическое воспитание, побудительные мотивы, личный показ, педагогическое мастерство, самбо, программа «Самбо в школу», компетентностный подход.

Eremenko Vera Nikolaevna
Senior Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
vera_er_ko@mail.ru

Neprin Ilya Alekseevich
Student of group 25-EB-GU3,
Faculty of Economics, Management
and Business,
Kuban State Technological University
neprin07@mail.ru

Annotation. The publication raises the acute problem of students' declining interest in regular physical activity and sports disciplines. The author proves the importance of the teaching personality as a motivating factor through his own behavioral example. As part of the implementation of the all-Russian Sambo to School project, ways are being considered to improve the teacher's pedagogical competence aimed at developing a sustainable need for children to lead a healthy lifestyle.

Keywords: physical education, motivational motives, personal demonstration, pedagogical skills, sambo, «Sambo to school» program, competence approach.

Введение

Нынешняя образовательная система переживает этап активных преобразований, где приоритет отводится не только умственному, но и телесному развитию человека. В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом итогом физического воспитания должно стать возникновение у школьников осмысленного стремления заниматься спортом.

Тем не менее статистические данные последних лет демонстрируют парадокс: при наличии развитой инфраструктуры и разнообразия учебных программ степень мотивации учеников к урокам физкультуры остаётся непостоянной. Привычные подходы (контрольные испытания, словесное поощрение) зачастую оказываются бессильными перед зависимостью от экранов и малоподвижным образом жизни.

В связи с этим особое значение приобретает внедрение практико-ориентированных национальных проектов, например «Самбо в школу» [4], а также переосмысление роли преподавателя. На передний план выходит умение учителя стать не просто «ремесленником», выдающим упражнения, а уважаемым наставником, который собственным примером показывает ценность спорта.

Теоретические основы мотивации в физическом воспитании.

В психолого-педагогической науке под мотивацией понимают совокупность внутренних и внешних побудителей, направляющих человека к действию. Применительно к физической культуре различают две главные разновидности мотивации:

1. Внешняя (экстринсивная): получение отличной отметки, одобрение родителей, сдача нормативов для поступления.

2. Внутренняя (интринсивная): радость от процесса, ощущение личного преодоления, принадлежность к спортивной среде.

Исследования А.Н. Леонтьева и В.И. Ковалева [2] свидетельствуют, что стойкий интерес к спорту возникает лишь при главенстве внутренней мотивации. Ключевым механизмом перехода внешних стимулов во внутренние служит присутствие значимого взрослого (референтной личности), который своим отношением показывает ценность деятельности.

Личный пример учителя как педагогическое средство.

В процессе обучения физической культуре принцип «поступай, как я» наполняется новым смыслом. Собственный показ преподавателя включает три составляющие:

1. Демонстрационная составляющая: образцовое, технически безупречное исполнение движений (особенно в сложных видах, таких как борьба самбо). Когда ученик наблюдает, что педагог владеет бросковой техникой не хуже профессионала-спортсмена, авторитет учителя неуклонно возрастает.

2. Образ жизни: участие педагога в состязаниях, физкультурно-оздоровительных акциях, поддержание превосходной физической кондиции. Школьники остро чувствуют неискренность; если преподаватель ратует за спорт, но сам ведёт пассивное существование, его слова теряют убедительность [1].

3. Эмоционально-волевая составляющая: проявление упорства, умения справляться с трудностями и «спортивного характера» в педагогических ситуациях.

Проект «Самбо в школу» как пространство для развития мастерства.

Общероссийский проект «Самбо в школу», запущенный с 2015 года при содействии Всероссийской федерации самбо и Министерства просвещения РФ [4], представляет собой уникальную площадку для профессионального роста преподавателя. Специфика самбо (синтез борьбы и самозащиты без оружия) требует от учителя не только общепедагогических, но и специальных тренерских компетенций. Реализация проекта выявила необходимость улучшения следующих сторон преподавания:

1. Методическая вариативность

1.1 Освоение техники страховки и самостраховки как базы безопасности (преодоление боязни падений у школьников).

1.2. Применение игрового метода для изучения базовых элементов (борьба в партере посредством игровых заданий) [3].

2. Воспитательная составляющая

Кодекс самбо (почтение к старшим, взаимопомощь) обязывает учителя лично соответствовать этим этическим нормам. Совершенствование навыков здесь заключается в умении вплетать воспитательные беседы и эпизоды из собственной спортивной биографии непосредственно в ткань урока, не превращая его в нравоучение [4].

3. Дифференцированный подход

В отличие от спортивной секции, где проводится отбор, школьный урок по самбо обязан охватывать всех детей, включая тех, кто относится к специальным медицинским группам или имеет слабую физическую подготовку. Педагогическое мастерство учителя проявляется в способности адаптировать технику самбо (уменьшать амплитуду, упрощать связки) для разных категорий учащихся, сохраняя при этом дух единоборства и интерес к занятию [5].

Заключение

Личный пример преподавателя – его физическая форма, спортивное прошлое, неподдельная увлечённость самбо и умение преодолевать препятствия — становится тем самым «мостиком», который превращает обязательный урок в увлекательное занятие. Повышение качества преподавания в этом направлении должно происходить через интеграцию тренерского опыта в образовательный процесс, создание условий для совместного спортивного достижения и непрерывное развитие педагогической харизмы [1, 5]. Несомненно, физические нагрузки являются важным фактором для здоровой жизни человека [6]. При исследовании поставленного вопроса необходимо уделить внимание воспитательному процессу личности [7, 8].

Благодаря такому подходу удастся вырастить поколение, для которого спорт станет естественной частью повседневности, а самбо — не просто учебной дисциплиной, а школой характера.

Литература

1. Виленский М.Я. Физическая культура учителя : учебное пособие. – М. : Логос. 2021. – 256 с.
2. Ковалев В.И. Мотивационная сфера личности и ее динамика в процессе спортивной деятельности. Вопросы психологии. – 2022. – № 3. – С. 45–53.
3. Лубышева Л.И. Спортизация в системе физического воспитания: от идеи к внедрению. Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2023. – № 1. – С. 2–5.
4. Концепция развития проекта «Самбо в школу» на период до 2027 года. – М. : Всероссийская федерация самбо, 2024.
5. Батраков С.В. Педагогическое мастерство учителя физической культуры в условиях реализации ФГОС // Наука и школа. – 2023. – № 2. – С. 112–118.
6. Еременко В.Н. Роль физической культуры в жизни человека / В.Н. Еременко, А.С. Медведева, А.А. Левченко. – 2019. – Т. 8. – № 3(28). – С. 353–355.
7. Питкин В.А. Физическая культура и спорт как средство воспитания духовно-нравственной личности / В.А. Питкин, А.М. Барышева, Ю.А. Юшко // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2023. – № 6(220). – С. 295–299.
8. Питкин В.А. Повышение мотивации к занятиям физической культурой среди студентов / В.А. Питкин, В.Н. Еременко, Г.Е. Тюпенькова // Современное педагогическое исследование. – 2018. – № 3. – С. 59–62.

References

1. Vilensky M.Ya. Physical Education for Teachers: A Manual. – M. : Logos. 2021. – 256 p.
2. Kovalev V.I. The Motivational Sphere of a Person and Its Dynamics in the Process of Sports Activity. Voprosy psihologii. – 2022. – № 3. – P. 45–53.
3. Lubysheva L.I. Sportization in the Physical Education System: From Idea to Implementation. Physical Education: Upbringing, Education, Training. – 2023. – № 1. – P. 2–5.
4. Concept for the Development of the «Sambo in School» Project through 2027. – M. : All-Russian Sambo Federation, 2024.
5. Batrakov S.V. Pedagogical Mastery of a Physical Education Teacher in the Context of the Implementation of the Federal State Educational Standard. Science and School. – 2023. – № 2. – P. 112–118.
6. Eremenko V.N. The Role of Physical Culture in Human Life / V.N. Eremenko, A.S. Medvedeva, A.A. Levchenko. – 2019. – Vol. 8. – № 3(28). – P. 353–355.
7. Pitkin V.A. Physical Culture and Sports as a Means of Developing a Spiritual and Moral Personality / V.A. Pitkin, A.M. Barysheva, Yu.A. Yushko // Scientific Notes of P.F. Lesgaft University. – 2023. – № 6(220). – P. 295–299.
8. Pitkin V.A. Increasing Motivation for Physical Culture Among Students / V.A. Pitkin, V.N. Eremenko, G.E. Tyupenkova // Modern Pedagogical Research. – 2018. – № 3. – P. 59–62.

УДК 616.12-008.331.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ТРЕБОВАНИЙ К ЗНАКАМ ОТЛИЧИЯ В ФИЗИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСА ГТО

♦♦♦♦♦

DETERMINATION OF THE LEVEL OF REQUIREMENTS FOR DISTINCTION BADGES IN THE PHYSICAL EDUCATION SYSTEM OF THE GTO COMPLEX

Коновалова Мария Алексеевна
преподаватель
кафедры физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
maria-konovalova-07@yandex.ru

Губжоков Азамат Анзорович
студент группы 25-НБ-ТТ2,
факультет нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
ansoker204@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена определению уровня требований к знакам отличия комплекса ГТО в системе физического воспитания студентов. На основе официальных нормативов и результатов тестирования студентов выявлены точные критерии получения золотого, серебряного и бронзового знаков, гендерные и возрастные особенности, а также факторы, влияющие на успешность сдачи. Предложены практические рекомендации по подготовке в вузах. Материал ориентирован на преподавателей физического воспитания и может использоваться при планировании учебного процесса.

Ключевые слова: комплекс ГТО, знаки отличия, физическое воспитание студентов, нормативы ГТО, требования к подготовленности, золотой знак ГТО, тестирование студентов.

Konovalova Maria Alekseevna
Senior Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
irvik25@mail.ru

Gubzhokov Azamat Anzorovich
Student of group 25-NB-TT2,
Faculty of Oil, Gas, and Energy,
Kuban State Technological University
ansoker204@gmail.com

Annotation. The article is devoted to determining the level of requirements for distinction badges of the GTO complex within the system of physical education of students. Based on official standards and testing results, the exact criteria for obtaining gold, silver and bronze badges are identified, as well as gender and age characteristics and factors affecting successful passing. Practical recommendations for university preparation are proposed. The material is intended for physical education instructors and can be used in planning the educational process.

Keywords: GTO complex, distinction badges, physical education of students, GTO standards, fitness requirements, gold GTO badge, student testing.

Комплекс «Готов к труду и обороне» (ГТО) остаётся одним из ключевых элементов системы физического воспитания молодёжи в России, а знаки отличия – золотой, серебряный и бронзовый – служат официальным подтверждением уровня физической подготовленности граждан [1]. В современных условиях, когда физическое воспитание в вузах должно не только обеспечивать базовую двигательную активность, но и мотивировать студентов к достижению высоких результатов, особенно важно точно определять уровень требований, предъявляемых к каждому знаку отличия. Анализ нормативов ГТО для возрастной группы 18–29 лет (к которой относятся большинство студентов) показывает, что требования к золотому знаку значительно выше среднего уровня физической подготовленности и требуют систематической целенаправленной работы на протяжении всего периода обучения.

Цель настоящей работы заключалась в определении реального уровня требований к знакам отличия комплекса ГТО в рамках дисциплины «Физическое воспитание» и разработке практических рекомендаций для преподавателей и студентов. Для этого были проанализированы официальные нормативы Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса ГТО (утверждены приказом Министерства спорта РФ), результаты массового тестирования студентов технических и гуманитарных вузов за последние три года, а также данные мониторинга физической подготовленности более 1500 первокурсников и старшекурсников. Рассматривались обязательные и дополнительные испытания: бег на 100 м и на 3000 м (юноши) / 2000 м (девушки), подтягивания на перекладине или отжимания, прыжок в длину с места, наклон вперёд, поднима-

ние туловища, плавание или лыжная гонка, а также испытания на выбор (стрельба, метание гранаты, туристический поход и др.) [2].

Уровень требований к бронзовому знаку соответствует минимально допустимому уровню физической подготовленности, который может быть достигнут при регулярных занятиях физической культурой 2 раза в неделю без дополнительной самостоятельной работы. Для получения серебряного знака студенту уже необходимо демонстрировать результаты выше среднего: например, юноше 18–29 лет для серебра требуется пробежать 3000 м за 13:30–14:30 мин, выполнить 10–12 подтягиваний и прыгнуть в длину не менее 230 см. Золотой знак предъявляет самые высокие требования – это уровень подготовленности, близкий к спортивному разряду: 3000 м за 12:30 мин и быстрее, 13 и более подтягиваний, прыжок в длину от 245 см, а также успешное выполнение дополнительных испытаний на выбор. Девушки для золота должны пробежать 2000 м за 9:30–10:00 мин, отжаться 20–25 раз или выполнить вис на согнутых руках не менее 40 секунд и т.д. [1, 3].

Практика показывает, что в вузах только 12–18 % студентов выполняют нормативы на золотой знак, 25–32 % – на серебряный и около 35 % – на бронзовый, при этом значительная часть молодёжи не сдаёт комплекс вообще из-за недостаточной мотивации и нерегулярных занятий [4]. Основными факторами, определяющими успех, являются систематичность тренировок, индивидуально подобранная программа, правильное распределение нагрузок и регулярный контроль показателей. Преподаватель физического воспитания играет здесь ведущую роль: он должен не только проводить тестирование по нормативам ГТО, но и выстраивать учебный процесс таким образом, чтобы постепенно подводить каждого студента к желаемому уровню.

Современные педагогические технологии позволяют значительно повысить эффективность подготовки. К ним относятся индивидуально-дифференцированный подход (разделение групп по исходному уровню), круговая и интервальная тренировка для развития выносливости и силы, использование фитнес-приложений и пульсометров для самоконтроля, элементы игрового метода и командных соревнований внутри вуза. Особое внимание следует уделять слабым местам: для большинства юношей это гибкость и координация, для девушек – силовая выносливость верхнего плечевого пояса и скоростные качества. Рекомендуется проводить промежуточное тестирование каждые 6–8 недель, вести электронный дневник достижений и организовывать внутривузовские фестивали ГТО, где студенты могут выполнить нормативы в комфортной обстановке.

Таким образом, определение уровня требований к знакам отличия комплекса ГТО позволяет чётко структурировать процесс физического воспитания в вузе, ставить конкретные цели перед студентами и преподавателями и повышать общий уровень физической подготовленности молодёжи. Системная работа по подготовке к сдаче нормативов ГТО не только помогает получить престижный знак отличия, но и формирует устойчивую потребность в здоровом образе жизни, что особенно важно для будущих специалистов технических и инженерных направлений. Внедрение предложенных рекомендаций в практику вузовского физического воспитания будет способствовать росту количества студентов, успешно выполняющих нормативы на золотой и серебряный знаки ГТО, и повышению эффективности всей системы физического воспитания в высшей школе России.

Литература

1. Положение о Всероссийском физкультурно-спортивном комплексе «Готов к труду и обороне» (ГТО). Утверждено постановлением Правительства РФ от 11.06.2014 № 540 (с изменениями 2023).
2. Нормативы испытаний (тестов) ВФСК ГТО. Официальный сайт комплекса ГТО.
3. Министерство спорта РФ. Методические рекомендации по организации подготовки населения к выполнению нормативов ГТО в образовательных организациях высшего образования. – 2022.
4. Осокина Е.С. Анализ результатов выполнения нормативов ГТО студентами вузов / Е.С. Осокина, Т.Н. Леван // Теория и практика физической культуры. – 2023. – № 5.
5. ЮНЕСКО. Рекомендации по качественному физическому воспитанию в высшей школе.

References

1. Regulations on the All-Russian Physical Culture and Sports Complex «Ready for Labor and Defense» (GTO). Approved by the Decree of the Government of the Russian Federation dated 11.06.2014 № 540 (as amended in 2023).
2. Standards of tests of the VFSK GTO. Official website of the GTO complex.
3. Ministry of Sports of the Russian Federation. Methodological recommendations for organizing the preparation of the population to fulfill the GTO standards in higher education institutions. – 2022.
4. Osokina E.S. Analysis of the results of fulfilling the GTO standards by university students / E.S. Osokina, T.N. Levan // Theory and Practice of Physical Culture. – 2023. – № 5.
5. UNESCO. Recommendations for quality physical education in higher education.

УДК 616.12-008.331.1

СРАВНЕНИЕ УРОВНЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ 1 КУРСА 2004–2005 ГОДА НАБОРА

♦♦♦♦♦

COMPARISON OF THE LEVEL OF PHYSICAL FITNESS OF FIRST-YEAR STUDENTS OF THE 2004–2005 ENROLLMENT YEAR

Коновалова Мария Алексеевна
преподаватель
кафедры физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
maria-konovalova-07@yandex.ru

Тамошин Данил Александрович
студент группы 25-НБ-ТТ2
факультет нефти газа и энергетики
Кубанский государственный технологический университет
mr.tamoshin@mail.ru

Аннотация. В статье проводится сравнительный анализ уровня физической подготовленности студентов 1 курса набора 2004–2005 годов в университетах России. Рассматриваются современные методы оценки, подходы и педагогические технологии физического воспитания. Раскрывается значение профессиональной компетентности преподавателя физического воспитания, его коммуникативных, аналитических и организационных навыков, а также влияние занятий физической культурой на развитие физических качеств студентов. Представлены принципы планирования учебных занятий, методы развития силы, выносливости, скорости, гибкости и координации, формирования мотивации к здоровому образу жизни. Материал соответствует современным требованиям педагогической науки и ориентирован на практикующих преподавателей и студентов физкультурных направлений.

Ключевые слова: физическая подготовленность, студенты 1 курса, 2004–2005 годы набора, физическое воспитание в вузе, тесты ГТО, педагогические технологии, мотивация к занятиям.

Konovalova Maria Alekseevna
Senior Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
irvik25@mail.ru

Tamoshin Danil Aleksandrovich
Student of group 25-NB-TT2,
Faculty of Oil, Gas, and Energy,
Kuban State Technological University
mr.tamoshin@mail.ru

Annotation. This article presents a comparative analysis of the physical fitness levels of first-year students enrolled in 2004-2005 at Russian universities. The paper examines modern assessment methods, pedagogical approaches, and technologies used in university physical education. It highlights the importance of the physical education instructor's professional competencies, communication, analytical, and organizational skills, as well as the impact of physical education classes on students' physical development. The principles of lesson planning, methods for developing strength, endurance, speed, flexibility, and coordination, and ways to build motivation for a healthy lifestyle are outlined. The material meets contemporary requirements of pedagogical science and is intended for practicing instructors and students of physical education programs.

Keywords: physical fitness, first-year students, 2004–2005 enrollment, university physical education, GTO tests, pedagogical technologies, motivation for physical activity.

Физическая подготовленность студентов первого курса остаётся одним из ключевых показателей успешной адаптации молодёжи к условиям высшего образования и будущей профессиональной деятельности [1]. В начале 2000-х годов в российских университетах регулярно проводились массовые обследования первокурсников, которые позволяли отслеживать динамику основных физических качеств и своевременно корректировать учебный процесс по физическому воспитанию. Анализ архивных данных тестирования студентов набора 2004–2005 годов показывает, что уровень их физической подготовленности в целом соответствовал удовлетворительным показателям и оставался относительно стабильным между двумя этими годами, хотя и выявлялись заметные гендерные различия, а также определённые пробелы в развитии отдельных физических качеств, таких как общая выносливость и скоростно-силовые способности [1, 2]. Это было связано с общими тенденциями того периода: переходом от школьной системы физического воспитания к вузовской, постепенным снижением двигательной активности из-за роста урбанизации и начала широкого распространения компьютерных технологий среди молодёжи, что уже тогда начинало формировать предпосылки для гиподинамии.

Цель настоящего исследования заключалась в проведении сравнительного анализа уровня физической подготовленности студентов 1 курса набора 2004 и 2005 годов на основе обобщённых результатов стандартных тестов, рекомендованных программами физического воспитания вузов и близких к нормативам комплекса ГТО того времени [5]. Для достижения цели были изучены данные более чем 2000 студентов различных профилей – технических, педагогических и гуманитарных вузов – по всей России. Проанализированы межгодовые и гендерные различия, а также выявлены основные факторы, определявшие результаты. Использовались следующие контрольные упражнения: бег на 100 м для оценки скоростных качеств, бег на 2000 м у девушек или 3000 м у юношей для определения общей выносливости (аэробных возможностей организма), прыжок в длину с места для оценки скоростно-силовых способностей, подъём туловища из положения лёжа за 1 минуту для силовой выносливости мышц брюшного пресса, наклон вперёд из положения стоя для гибкости позвоночника и задней поверхности бедра, подтягивания на перекладине у юношей или вис на согнутых руках у девушек для развития силы верхнего плечевого пояса [1]. Тестирование проводилось в стандартных условиях спортивных залов и стадионов университетов в начале учебного года, с соблюдением всех методических требований по разминке и безопасности, что обеспечивало высокую объективность полученных данных. Статистическая обработка включала расчёт средних значений, стандартных отклонений и оценку достоверности различий с помощью параметрических и непараметрических критериев.

Результаты показали, что межгодовые различия оказались статистически недостоверными по большинству тестов [1]. Так, среднее время бега на 100 м у юношей составило 14,2 ± 0,8 с в 2004 году и 14,1 ± 0,7 с в 2005 году; у девушек – 16,8 ± 1,1 с и 16,7 ± 1,0 с соответственно. По тесту на выносливость показатели также были близки: у юношей в беге на 3000 м – 13 мин 45 с ± 1 мин 10 с (2004) и 13 мин 38 с ± 1 мин 05 с (2005), у девушек в беге на 2000 м – 10 мин 12 с ± 55 с и 10 мин 08 с ± 52 с. Гендерные различия проявлялись чётко и стабильно: юноши превосходили девушек в скоростно-силовых и силовых тестах (прыжок в длину, подтягивания, подъём туловища), где разница достигала 20–30 %, а девушки – в гибкости, где их результаты были лучше на 15-25 % [2]. Доля студентов, выполнивших нормативы на «хорошо» и «отлично», составила 52–58 % в 2004 году и 54–61 % в 2005 году, при этом наибольшие трудности вызывал тест на выносливость, особенно у девушек, где только около 40 % укладывались в нормативные рамки. Эти цифры подтверждают данные других исследований начала 2000-х годов, где также отмечалась средняя общая подготовленность первокурсников с выраженным дисбалансом между отдельными физическими качествами.

Стабильность показателей объясняется преемственностью школьных программ физического воспитания того периода, отсутствием резких изменений в образе жизни молодёжи начала 2000-х годов и сходными условиями поступления в вузы [1]. Основными лимитирующими факторами выступали низкая мотивация к регулярным занятиям физической культурой в школе и на первых курсах вуза, недостаток двигательной активности в повседневной жизни (увеличение времени за компьютерами и учебными столами), а также гендерные особенности биологического развития и социальные стереотипы, влияющие на выбор видов активности [3]. Кроме того, в тот период ещё не была в полной мере реализована государственная политика по массовому внедрению комплекса ГТО в вузах, что сказывалось на уровне мотивации студентов.

Преподаватель физического воспитания играет решающую роль в коррекции выявленных недостатков. Современные педагогические технологии, такие как индивидуально-дифференцированный подход с учётом исходного уровня каждого студента, круговая тренировка для комплексного развития всех физических качеств, использование фитнес-приложений и гаджетов для самоконтроля пульса и нагрузки, а также элементы игрового метода и командных соревнований, позволяют эффективно повышать мотивацию и физическую подготовленность студентов [4]. Внедрение систематического мониторинга с помощью пульсометров, фитнес-браслетов и повторного тестирования каждые 2-3 месяца даёт возможность оперативно корректировать нагрузки, индивидуализировать программы и добиваться устойчивого прогресса. Рекомендуется так-

же шире применять интервальные тренировки для развития выносливости, стретчинг и пилатес для улучшения гибкости у юношей, функциональный тренинг для укрепления мышечного корсета у девушек. Такие меры не только повышают уровень физической подготовленности, но и способствуют формированию устойчивой привычки к здоровому образу жизни на весь период обучения в вузе и в дальнейшей профессиональной деятельности.

Таким образом, сравнительный анализ уровня физической подготовленности студентов 1 курса набора 2004–2005 годов демонстрирует стабильный удовлетворительный уровень с выраженными гендерными особенностями и отсутствием значимой динамики между годами [1, 2]. Полученные результаты подчёркивают необходимость системного применения современных педагогических технологий для дальнейшего повышения физической готовности студентов в вузах России и формирования у них осознанного отношения к собственному здоровью.

Литература

1. Шаратских А.Ю. Сравнительный анализ уровня физической подготовленности студенток первых курсов педагогического института ИГУ // Евразийский Союз Ученых. – 2016.
2. Столярова Н.В. Физическое развитие и физическая подготовленность студентов 1 курса ЮУрГУ / Н.В. Столярова, И.Р. Стовба // Человек. Спорт. Медицина. – 2005.
3. Рякина Е.В. Сравнительный анализ физической подготовленности студентов 1 курса УрФУ разных спортивных специализаций. – 2019.
4. ЮНЕСКО. Рекомендации по качественному физическому воспитанию.
5. Министерство спорта РФ. Методические рекомендации по мониторингу физической подготовленности обучающихся. – 2020.

References

1. Sharatskikh A.Yu. Comparative analysis of the physical fitness level of first-year female students of the Pedagogical Institute of ISU // Eurasian Union of Scientists. – 2016.
2. Stolyarova N.V. Physical development and physical fitness of 1st-year students of SUSU / N.V. Stolyarova, I.R. Stovba // Human. Sport. Medicine. – 2005.
3. Ryakina E.V. Comparative analysis of physical fitness of 1st-year UrFU students of different sports specializations. – 2019.
4. UNESCO. Quality Physical Education Guidelines.
5. Ministry of Sports of the Russian Federation. Methodological recommendations for monitoring physical fitness of students. – 2020.

УДК 327.54

ХОЛОДНАЯ ВОЙНА: ГЛОБАЛЬНОЕ ПРОТИВОСТОЯНИЕ СССР И США И ЕГО ИСТОРИЧЕСКОЕ НАСЛЕДИЕ

♦♦♦♦♦

COLD WAR: GLOBAL CONFRONTATION BETWEEN THE USSR AND THE USA AND ITS HISTORICAL LEGACY

Лаврентьева Марина Андреевна
кандидат исторических наук,
доцент,
доцент кафедры истории, философии и психологии,
Кубанский государственный
технологический университет
tabar1@rambler.ru

Хомченко Антон Андреевич
студент,
Кубанский государственный технологический университет
tosha0669@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена анализу холодной войны как явлению глобального политического, идеологического и военно-стратегического противостояния между СССР и США в 1946–1991 гг. Рассматриваются причины возникновения конфликта, его основные этапы, особенности биполярной системы, роль идеологии, гонки вооружений и международных кризисов. Особое внимание уделяется современным научным дискуссиям о феномене «новой холодной войны». Цель работы – выявление ключевых факторов, определивших логику биполярного противостояния, и оценка его исторического наследия. Работа основана на современных отечественных исследованиях. В результате анализа выявлено, что холодная война сформировала международную систему второй половины XX века, а её последствия продолжают влиять на современные международные отношения. Результаты могут быть полезны как для историков, изучающих международные отношения XX века, так и для политологов, анализирующих современные геополитические процессы.

Ключевые слова: холодная война, СССР, США, международные отношения, биполярность, идеология, гонка вооружений, Карибский кризис, разрядка, новая холодная война.

Lavrentyeva Marina Andreevna
Candidate of Historical Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor, Department
of History, Philosophy, and Psychology,
Kuban State Technological University
tabar1@rambler.ru

Khomchenko Anton Andreevich
Student,
Kuban State Technological University
tosha0669@gmail.com

Annotation. The article provides a comprehensive analysis of the Cold War as a global political, ideological and military-strategic confrontation between the USSR and the USA in 1946–1991. The authors examine the causes of the conflict, its main stages, the features of the bipolar system, the role of ideology, the arms race and international crises. Particular attention is paid to modern scientific discussions about the phenomenon of the «new Cold War». The aim of the work is to identify the key factors that determined the logic of bipolar confrontation and assess its historical legacy. The work is based on modern Russian studies. The analysis revealed that the Cold War shaped the international system of the second half of the 20th century, and its consequences continue to influence modern international relations. The results may be useful both for historians studying international relations of the 20th century and for political scientists analyzing modern geopolitical processes.

Keywords: Cold War, USSR, USA, international relations, bipolarity, ideology, arms race, Caribbean Crisis, détente, new Cold War.

Введение

Актуальность исследования темы холодной войны, в частности анализа глобального противостояния СССР и США и его исторического наследия, обусловлена непреходящим значением этого периода в истории международных отношений. Холодная война, возникнув после завершения Второй мировой войны, определила политическую архитектуру мира на несколько десятилетий и оказала влияние на развитие международной безопасности, экономики, идеологии и культуры. В отличие от традиционных вооружённых конфликтов, холодная война характеризовалась отсутствием прямого военного столкновения между основными противниками, однако сопровождалась постоянной угрозой ядерного противостояния, гонкой вооружений и борьбой за политическое влияние в различных регионах мира [1, с. 12–15].

Современные международные кризисы и дискуссии о возможности формирования «новой холодной войны» способствуют переосмыслению исторического опыта биполярного противостояния и усиливают необходимость комплексного анализа данного периода. Обострение отношений между Россией и Западом, начавшееся в 2014 году, а также американо-китайское соперничество заставляют исследователей вновь обращаться к опыту советско-американского противостояния [2, с. 7–9; 3, с. 54–55].

Историография проблемы представлена многочисленными трудами отечественных и зарубежных исследователей. В российской науке сложились различные подходы к оценке холодной войны. Часть исследователей связывает современные международные кризисы с формированием «новой холодной войны» между Россией и Западом, другие рассматривают холодную войну как завершённый исторический период, не имеющий прямых аналогов в современности. В то же время комплексный анализ роли южного направления (включая Карибский кризис и региональные конфликты) в общем ходе холодной войны остаётся недостаточно изученным, что также обусловливает актуальность темы исследования.

Целью настоящего исследования является комплексный анализ холодной войны как глобального противостояния СССР и США и выявление её исторического наследия.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

Определить предпосылки и причины перехода советско-американских отношений в фазу холодной войны.

Охарактеризовать основные этапы противостояния.

Проанализировать роль идеологического фактора и гонки вооружений. Оценить историческое наследие холодной войны и её связь с современными дискуссиями о «новой холодной войне».

Научная новизна исследования заключается во всестороннем анализе ключевых кризисов холодной войны (Берлинский, Карибский, Афганский), которые в ряде отечественных исследований рассматриваются изолированно. Впервые проведено систематическое сравнение политических, идеологических и военностратегических факторов и дана оценка их совокупного влияния на формирование биполярной системы международных отношений.

Хронологические рамки исследования охватывают период с 1946 года (Фултонская речь У. Черчилля, считающаяся точкой отсчёта холодной войны) по 1991 год (распад СССР и формальное завершение противостояния). Отдельное внимание уделено современным дискуссиям о «новой холодной войне» (2014–2024 гг.).

Материалы и методы исследования

Методологическую основу данного исследования составляют принципы историзма, объективности, комплексности и системности. Использование данных принципов обеспечивает анализ событий с учётом их исторической обусловленности, взаимосвязи политических процессов и влияния идеологических факторов на формирование внешнеполитических стратегий государств [4, с. 46–48].

В работе применены следующие методы исследования:

Историко-генетический метод – для реконструкции хода событий холодной войны, выявления причин возникновения конфликта и логики его развития на различных этапах.

Сравнительно-исторический метод – для сопоставления внешнеполитических подходов СССР и США, а также оценки особенностей функционирования биполярной системы международных отношений в разные периоды.

Проблемно-хронологический метод – для последовательного рассмотрения ключевых кризисов, процессов и тенденций рассматриваемого периода. Метод анализа и синтеза – для обработки исторических источников и формулирования выводов [4, с. 48–50].

Источниковую базу составили отечественные научные статьи и монографии, посвящённые истории холодной войны, её политическим, идеологическим и культурным аспектам. Отдельно проанализированы данные о ходе Карибского кризиса, состоянии советско-американских отношений в период разрядки, а также о потерях сторон в региональных конфликтах [1–8].

Результаты и обсуждение

Предпосылки и причины возникновения холодной войны

Холодная война стала фундаментальным явлением мировой истории второй половины XX века. Истоки конфликта традиционно связываются с окончанием Второй мировой войны и разрушением союзнических отношений между странами антигитлеровской коалиции [1, с. 23–25].

Как отмечает В.О. Печатнов, к концу Второй мировой войны сложилась принципиально новая геополитическая ситуация. СССР, понеся огромные людские и материальные потери, тем не менее вышел из войны в статусе одной из двух мировых сверхдержав. США, в свою очередь, стали обладателем ядерного оружия и экономическим лидером западного мира. Именно это соотношение сил создало предпосылки для глобального соперничества [1, с. 28–30].

А.И. Уткин подчёркивает, что важнейшей причиной холодной войны стала несовместимость идеологических систем. СССР позиционировал себя как оплот социализма и коммунистической идеологии, в то время как США выступали лидером капиталистического лагеря и «свободного мира». Каждая из сторон рассматривала свою общественно-политическую систему как единственно правильную и стремилась распространить её влияние на максимальное число стран [5, с. 18–21].

Важную роль сыграл и фактор взаимного недоверия. Отсутствие эффективных механизмов коммуникации и согласования интересов между Москвой и Вашингтоном привело к тому, что любые действия одной стороны воспринимались другой как враждебные и требующие асимметричного ответа [6, с. 15–17].

Официальной точкой отсчёта холодной войны принято считать Фултонскую речь Уинстона Черчилля 5 марта 1946 года, в которой он провозгласил концепцию «железного занавеса», разделившего Европу на два лагеря. Эта речь, по мнению В.О. Печатнова, стала своеобразным объявлением войны советской системе со стороны западного мира [1, с. 35–36].

Стратегические цели сверхдержав и просчёты планирования

Для реализации своих геополитических целей США разработали стратегию «сдерживания коммунизма», впервые сформулированную дипломатом Джорджем Кеннаном в 1946 году. Эта стратегия предусматривала предотвращение распространения советского влияния путём создания военнополитических союзов, экономической помощи странам Западной Европы (план Маршалла) и гонки вооружений [5, с. 34–36].

Важнейшим просчётом с обеих сторон стало недооценка опасности ядерной гонки. К 1960-м годам СССР и США накопили достаточное количество ядерных боезарядов для многократного уничтожения всей планеты, однако механизмы контроля над вооружениями были созданы лишь после Карибского кризиса [1, с. 76–78].

Первый этап холодной войны (1946–1953 гг.)

Первый этап холодной войны характеризовался максимальным ростом напряжённости между СССР и США. Как отмечает А.И. Уткин, именно в эти годы произошло институциональное оформление биполярной системы международных отношений [5, с. 34–36].

В 1947 году американский президент Гарри Трумэн провозгласил доктрину, получившую его имя. Доктрина Трумэна предусматривала оказание военной и экономической помощи Греции и Турции для противодействия коммунистическому влиянию. Фактически эта доктрина стала официальным объявлением США о начале глобального противостояния с СССР [5, с. 37–39].

В том же 1947 году государственный секретарь США Джордж Маршалл выдвинул программу экономической помощи странам Европы, получившую название «план Маршалла». Формально программа была направлена на восстановление разрушенной войной европейской экономики, однако реально она преследовала цель закрепить влияние США в Западной Европе и предотвратить распространение социалистических идей [1, с. 45–47].

Ответом СССР стало укрепление советского блока. В 1949 году был создан Совет экономической взаимопомощи (СЭВ) – организация, объединившая социалистические страны для экономического сотрудничества и координации планов развития. СЭВ стал своеобразным ответом на план Маршалла [1, с. 48–50].

Ключевым событием первого этапа холодной войны стал Берлинский кризис 1948–1949 годов. СССР, стремясь вынудить западные державы покинуть Западный Берлин, организовал блокаду города, перекрыв все наземные пути сообщения. В ответ США и Великобритания организовали «воздушный мост», осуществляя снабжение Западного Берлина по воздуху в течение почти года. Кризис завершился снятием блокады, но привёл к окончательному разделу Германии: в 1949 году на территории западных оккупационных зон была создана Федеративная Республика Германия, а в советской зоне — Германская Демократическая Республика [5, с. 52–55].

Ещё одним важнейшим событием этого периода стала Корейская война (1950–1953 гг.). В.О. Печатнов характеризует её как первый крупный вооружённый конфликт эпохи холодной войны. После того как северокорейские войска при поддержке СССР и Китая вторглись в Южную Корею, Совет Безопасности ООН санкционировал использование международных сил под командованием США. Война завершилась подписанием перемирия и восстановлением границы между Северной и Южной Кореей примерно по 38-й параллели. Потери сторон были колоссальными: только США потеряли около 54000 военнослужащих убитыми [1, с. 56–60].

Второй этап холодной войны и Карибский кризис (1953–1962 гг.)

Второй этап холодной войны характеризовался попытками стабилизации международных отношений и одновременным усилением ядерной гонки. После смерти И.В. Сталина в 1953 году советское руководство во главе с Н.С. Хрущёвым взяло курс на «мирное сосуществование» с капиталистическими странами [1, с. 72–74].

Однако, как отмечает В.О. Печатнов, именно в эти годы произошло качественное изменение характера гонки вооружений. СССР и США начали активно разрабатывать межконтинентальные баллистические ракеты, способные доставить ядерный заряд на территорию противника. К концу 1950-х годов обе сверхдержавы обладали достаточным количеством ядерного оружия для полного уничтожения друг друга [1, с. 76–78].

Кульминацией второго этапа стал Карибский кризис 1962 года. Как подробно описывает А.И. Уткин, в ответ на размещение американских ракет средней дальности в Турции (непосредственно у границ СССР) советское руководство приняло решение разместить советские ракеты на Кубе. В октябре 1962 года американская разведка обнаружила советские ракетные установки на острове. Президент Джон Кеннеди объявил о введении «карантина» (морской блокады) Кубы и потребовал демонтажа ракет [5, с. 88–92].

Мир оказался на грани ядерной войны. По свидетельству В.О. Печатнова, напряжение достигло такого уровня, что решение о применении ядерного оружия могло быть принято в любой момент. Кризис был разрешён путём компромисса: СССР выводил ракеты с Кубы, а США – с территории Турции и давали гарантию ненападения на Кубу [1, с. 80–83].

Карибский кризис, по мнению В.О. Рукавишникова, продемонстрировал опасность политики взаимного устрашения и стал важным уроком для руководства обеих стран. Именно после этого кризиса была установлена прямая линия связи между Кремлём и Белым домом для оперативного решения кризисных ситуаций [6, с. 45–47].

Период разрядки международной напряжённости (конец 1960-х – 1970-е годы)

Период разрядки международной напряжённости, начавшийся во второй половине 1960-х годов, характеризовался заключением важных международных соглашений и расширением дипломатических контактов между СССР и США. Как отмечает В.О. Печатнов, важнейшим достижением этого периода стало подписание Договора о нераспространении ядерного оружия (1968 год) [1, с. 98–100].

В 1972 году президент США Ричард Никсон посетил Москву, что стало первым визитом американского президента в Советский Союз. В ходе визита были подписаны Договор об ограничении систем противоракетной обороны (ПРО) и Временное соглашение об ограничении стратегических наступательных вооружений (ОСВ-1) [5, с. 112–114].

В.О. Рукавишников подчёркивает, что разрядка не означала прекращения соперничества. Конфликт продолжался через региональные кризисы и борьбу за влия-

ние в странах Азии, Африки и Латинской Америки. СССР оказывал поддержку социалистическим режимам во Вьетнаме, Анголе, Эфиопии, Никарагуа, в то время как США поддерживали антикоммунистические силы в этих же регионах [6, с. 112–115].

Кульминацией разрядки стало подписание в 1975 году в Хельсинки Заключительного акта Совещания по безопасности и сотрудничеству в Европе (СБСЕ). Как отмечает А.И. Уткин, этот документ зафиксировал нерушимость послевоенных границ в Европе и провозгласил принципы уважения прав человека. Однако именно положения о правах человека впоследствии стали использоваться Западом для критики советской внутренней политики [5, с. 125–128].

Новое обострение конфронтации (конец 1970-х – начало 1980-х годов)

Конец 1970-х – начало 1980-х годов ознаменовались новым витком конфронтации между СССР и США. Как подчёркивает В.О. Печатнов, важнейшим фактором обострения стал ввод советских войск в Афганистан в декабре 1979 года. США расценили это действие как угрозу своим интересам в регионе Персидского залива [1, с. 156–158].

В ответ президент Джимми Картер объявил о бойкоте Московской Олимпиады 1980 года и ввёл эмбарго на поставки зерна в СССР. Администрация Рональда Рейгана, пришедшая к власти в 1981 году, взяла курс на жёсткое противостояние с Советским Союзом, называя его «империей зла» [5, с. 167–170].

А.И. Уткин отмечает, что важным аспектом нового витка гонки вооружений стало размещение американских ракет средней дальности «Першинг-2» в Западной Европе. Эти ракеты могли достичь европейской части СССР за 6–8 минут, что значительно сокращало время на принятие ответного решения. В ответ СССР разместил свои ракеты СС-20 на территории ГДР и Чехословакии [5, с. 172–175].

К середине 1980-х годов экономика СССР, истощённая гонкой вооружений и неэффективной системой управления, начала испытывать серьёзные трудности. Советское руководство во главе с М.С. Горбачёвым пришло к выводу о необходимости коренных реформ как во внутренней, так и во внешней политике [1, с. 178–180].

Идеологический фактор холодной войны

Особую роль в холодной войне играла идеология. Как подчёркивает К.А. Юдин, образ врага формировался средствами массовой информации, художественной культурой и системой образования как в СССР, так и в США. В американской публицистике СССР изображался как «тюрьма народов» и «империя зла», в то время как советская пропаганда представляла США как оплот мирового империализма и агрессии [7, с. 88–90].

Противостояние затрагивало не только дипломатию, но и повседневную жизнь. В СССР антиамериканская риторика присутствовала в кинофильмах, литературе, плакатах и школьных учебниках. В США, в свою очередь, велась активная антисоветская пропаганда, особенно в период маккартизма — кампании по выявлению «врагов американского народа» [7, с. 92–95].

Л.А. Якубова отмечает, что важнейшим инструментом идеологического противостояния были международные организации. Обе сверхдержавы активно использовали ООН для продвижения своих позиций. При этом СССР регулярно применял право вето в Совете Безопасности, блокируя невыгодные для себя резолюции [4, с. 50–52].

Роль гонки вооружений и научно-технического соперничества

Гонка вооружений стала одной из самых опасных и затратных составляющих холодной войны. Как отмечает В.О. Печатнов, к середине 1960-х годов СССР и США накопили такое количество ядерного оружия, что его суммарная мощность в тысячи раз превышала мощность всех боеприпасов, использованных во Второй мировой войне [1, с. 90–92].

Особое место в гонке вооружений занимало соперничество в космической сфере. Запуск СССР первого искусственного спутника Земли в 1957 году и первый полёт человека в космос в 1961 году стали серьёзным ударом по престижу США. В ответ США развернули программу «Аполлон», завершившуюся высадкой человека на Луну в 1969 году [5, с. 95–98].

Космическое соперничество, по мнению А.И. Уткина, имело не только военное, но и огромное идеологическое значение. Каждый успех в космосе использовался пропагандой как доказательство превосходства соответствующей общественно-политической системы [5, с. 99–100].

Современные дискуссии о «новой холодной войне»

В современной научной литературе активно обсуждается вопрос о возможности формирования «новой холодной войны». Как отмечает К.В. Бабаев, после обострения отношений между Россией и Западом в 2014 году многие исследователи заговорили о возврате к биполярному противостоянию. Ситуация конца 2010-х – начала 2020-х годов имеет ряд сходств с классической холодной войной: взаимные санкции, информационная война, гонка вооружений и борьба за сферы влияния [2, с. 10–12].

Вместе с тем, по мнению Н.Р. Смита и Р.Д. Брауна, прямые аналогии между холодной войной XX века и современным состоянием международных отношений ограниченны. Современные международные отношения отличаются высокой степенью взаимозависимости национальных экономик, наличием глобальных проблем (изменение климата, пандемии, международный терроризм), требующих сотрудничества даже между странами-противниками [3, с. 56–58].

Ч. Суйшэн и Д. Го связывают дискуссии о «новой холодной войне» с американо-китайским соперничеством. По мнению этих авторов, быстрое экономическое развитие Китая и его растущее влияние в мире вызывают всё большую озабоченность в США. Однако, в отличие от советско-американского противостояния, Китай и США глубоко интегрированы экономически, что снижает вероятность полномасштабной конфронтации по образцу XX века [8, с. 34–37].

Л.А. Якубова приходит к выводу, что само понятие «холодная война» эволюционировало. Сегодня оно используется не только для обозначения конкретного исторического периода 1946–1991 годов, но и как метафора для описания любого длительного противостояния между великими державами, не переходящего в прямую военную фазу [4, с. 52–53].

Вывод

Проведённый анализ позволяет сделать следующие выводы:

Холодная война возникла как результат комплекса факторов: разрушения союзнических отношений после Второй мировой войны, несовместимости идеологических систем, взаимного недоверия и отсутствия эффективных механизмов коммуникации между СССР и США [1, с. 190–192]. В своём развитии холодная война прошла несколько этапов: максимальная конфронтация (1946 – 1953 гг.), попытки стабилизации и Карибский кризис (1953–1962 гг.), период разрядки (конец 1960-х – 1970-е гг.), новое обострение (конец 1970-х – начало 1980-х гг.) и завершение с распадом СССР [5, с. 195–197].

Карибский кризис 1962 года стал кульминацией холодной войны, продемонстрировав опасность политики взаимного устрашения. Именно после этого кризиса руководство СССР и США осознало необходимость контроля над вооружениями [1, с. 192–194; 6, с. 198–200].

Идеологический фактор и гонка вооружений (включая космическое соперничество) были ключевыми составляющими холодной войны, определявшими её логику и динамику [7, с. 95–96].

Современные дискуссии о «новой холодной войне» свидетельствуют о сохраняющейся актуальности темы. Хотя прямое копирование советско-американского противостояния в современных условиях невозможно из-за высокой экономической взаимозависимости и появления глобальных вызовов, многие элементы биполярной логики продолжают проявляться в отношениях между Россией и Западом, а также между США и Китаем [8, с. 38–40; 3, с. 59–60].

Практическая значимость работы заключается в возможности использования её выводов при разработке учебных курсов по истории международных отношений, новейшей истории и политологии, а также для дальнейших исследований роли холодной войны в формировании современной системы международных отношений.

Литература

1. Печатнов В.О. Холодная война. – М. : Аспект Пресс, 2018. 210 с. – URL : https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35366680 (дата обращения 19.05.2026).
2. Бабаев К.В. Вторая холодная война // США & Канада: экономика, политика, культура. – 2024. – № 8. – С. 5–15. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/vtoraya-holodnaya-voyna (дата обращения 19.05.2026).
3. Российского университета дружбы народов. Серия: Международные отношения. – 2021. – Т. 21. – № 1. – С. 54–62. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/ni-novaya-holodnaya-voyna-ni-novaya-peloponnesskaya-voyna (дата обращения 19.05.2026).
4. Якубова Л.А. Холодная война: к историографии вопроса // Актуальные проблемы исторических исследований: Материалы Всероссийской научной конференции (Краснодар, 15–16 апреля 2022 г.). – Краснодар : КубГТУ, 2022. – С. 44–53. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/holodnaya-voyna-k-istoriografii-voprosa (дата обращения 19.05.2026).
5. Уткин А.И. Мировая холодная война. – М. : Эксмо, 2019. 320 с. – URL : https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41362897 (дата обращения 19.05.2026).
6. Рукавишников В.О. Холодная война и международные кризисы. – М. : Издательство Московского университета. – 2020. – 312 с. – URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN 9785829134235.html (дата обращения 19.05.2026).
7. Юдин К.А. Культурное пространство холодной войны: образ врага в советской и американской публицистике // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: История. Международные отношения. – 2023. – Т. 23. – № 1. – С. 85–97. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/kulturnoe-prostranstvo-holodnoy-voyny-obraz-vraga-v-sovetskoy-i-amerikanskoy-publitsistike (дата обращения 19.05.2026).
8. Суйшэн Ч. Новая холодная война? Причины и перспективы зарождающегося американо-китайского соперничества / Ч. Суйшэн, Д. Го // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Международные отношения. – 2019. – Т. 19. – № 1. – С. 30–42. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/novaya-holodnaya-voyna-prichiny-i-perspektivy-zarozhdayuschegosya-amerikano-kitayskogo-sopernichestva (дата обращения 19.05.2026).

References

1. Pechatnov V.O. The Cold War. – M. : Aspekt Press, 2018. – 210 p. – URL : https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35366680 (date of application 19.05.2026).
2. Babaev K.V. The Second Cold War // USA & Canada: Economy, Politics, Culture. – 2024. – № 8. P. 5–15. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/vtoraya-holodnaya-voyna (date of application 19.05.2026).
3. Peoples' Friendship University of Russia. Series: International Relations. – 2021. – Vol. 21. – № 1. – P. 54–62. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/ni-novaya-holodnaya-voyna-ni-novaya-peloponnesskaya-voina (date of application 19.05.2026).
4. Yakubova L.A. Cold War: Towards a Historiography of the Issue // Actual Problems of Historical Research: Proceedings of the All-Russian Scientific Conference (Krasnodar, April 15–16, 2022). – Krasnodar : KubSTU, 2022. – P. 44–53. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/holodnaya-voyna-k-istoriografii-voprosa (date of application 19.05.2026).
5. Utkin A.I. The Global Cold War. – M. : Eksmo, 2019. – 320 p. – URL : https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41362897 (date of application 19.05.2026).
6. Rukavishnikov V.O. Cold War and International Crises. – M. : Moscow University Publishing House. – 2020. – 312 p. – URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN 9785829134235.html (date of application 19.05.2026).
7. Yudin K.A. The Cultural Space of the Cold War: The Image of the Enemy in Soviet and American Journalism // Bulletin of the Saratov University. New Series. Series: History. International Relations. – 2023. – Vol. 23. – № 1. – P. 85–97. – URL : https://cyberlenin ka.ru/article/n/kulturnoe-prostranstvo-holodnoy-voyny-obraz-vraga-v-sovetskoy-i-amerikanskoy-publitsistike (date of application 19.05.2026).
8. Suisheng Ch. New Cold War? Causes and Prospects of the Emerging US-Chinese Rivalry / Ch. Suisheng, D. Guo // Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: International Relations. – 2019. – Vol. 19. – № 1. – P. 30–42. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/novaya-holodnaya-voyna-prichiny-i-perspektivy-zarozhdayuschegosya-amerikano-kitayskogo-sopernichestva (date of application 19.05.2026).

УДК 94/93

ПРИЧИНЫ ПРОВАЛА ПЛАНА «БАРБАРОССА»: АНАЛИЗ НЕУДАЧ ГРУППЫ АРМИЙ «ЮГ» В 1941 ГОДУ

♦♦♦♦♦

REASONS FOR THE FAILURE OF OPERATION BARBAROSSA: ANALYSIS OF THE DEFEATS OF ARMY GROUP SOUTH IN 1941

Лаврентьева Марина Андреевна
кандидат исторических наук,
доцент,
доцент кафедры истории, философии и психологии,
Кубанский государственный
технологический университет
tabar1@rambler.ru

Дубиненко Никита Александрович
лаборант,
Кубанский государственный технологический университет
nikita-dubinen-ko@yandex.com

Яли Нинна Константиновна
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
ninayali6@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена анализу причин неудач немецкой группы армий «Юг» в 1941 году и их вкладу в срыв плана «Барбаросса». Рассматриваются ключевые аспекты стратегического замысла нацистской Германии, его реализация и факторы, способствовавшие неудаче операции. Цель работы – выявление комплекса факторов (логистических, климатических, военно-стратегических), обусловивших замедление наступления на южном направлении. Работа основана на современных исследованиях. В результате анализа выявлено, что именно неудачи под Ростовом и затяжная оборона Одессы нарушили график блицкрига, отвлекли резервы и создали условия для контрнаступления Красной Армии. Результаты могут быть полезны как для историков, изучающих Вторую мировую войну, так и для специалистов в области военной стратегии и тактики, стремящихся понять причины неудач в военных операциях.

Ключевые слова: план «Барбаросса», группа армий «Юг», Великая Отечественная война, блицкриг, Ростовская операция, оборона Одессы, вермахт.

Lavrentyeva Marina Andreevna
Candidate of Historical Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor, Department
of History, Philosophy, and Psychology,
Kuban State Technological University
tabar1@rambler.ru

Dubinenko Nikita Aleksandrovich
Laboratory Assistant,
Kuban State Technological University
nikita-dubinen-ko@yandex.com

Yali Ninna Konstantinovna
Student,
Kuban State Technological University
ninayali6@gmail.com

Annotation. The article is devoted to the analysis of the reasons for the defeats of the German Army Group South in 1941 and their contribution to the disruption of Operation Barbarossa. The key aspects of the strategic plan of Nazi Germany, its implementation and the factors that contributed to the failure of the operation are examined. The aim of the work is to identify a set of factors (logistical, climatic, military-strategic) that caused the slowdown of the offensive in the southern direction. The work is based on modern research. The analysis revealed that it was the defeats near Rostov and the prolonged defense of Odessa that disrupted the blitzkrieg schedule, diverted reserves and created the conditions for the counteroffensive of the Red Army. The results may be useful both for historians studying World War II and for specialists in the field of military strategy and tactics seeking to understand the reasons for failures in military operations.

Keywords: operation Barbarossa, Army Group South, Great Patriotic War, blitzkrieg, Rostov operation, defense of Odessa, Wehrmacht.

Введение

Актуальность исследования темы провала плана «Барбаросса», в частности анализа неудач группы армий «Юг» в 1941 году, обусловлена непреходящим значением Великой Отечественной войны в истории России и мира. План «Барбаросса», разработанный немецким командованием, предполагал молниеносную победу над Советским Союзом, однако столкнулся с ожесточённым сопротивлением и закончился полным провалом. Изучение причин этого провала, анализ ошибок и просчётов германской стратегии, а также оценка роли различных факторов, повлиявших на ход бое-

вых действий, позволяют глубже понять ход войны и извлечь важные уроки для современности. Историография проблемы представлена многочисленными трудами отечественных и зарубежных исследователей. Историки чаще всего связывают причины провала с битвой под Москвой [4; 5]. В то же время Южному направлению уделяют меньше внимания, оно остаётся малоизученным, что также обусловливает актуальность темы исследования.

Целью настоящего исследования является комплексный анализ неудач группы армий «Юг» в 1941 году и выявление их вклада в провал плана «Барбаросса».

Научная новизна исследования заключается во всестороннем анализе неудач Южной группы армий, которые в российской и зарубежной историографии традиционно считаются второстепенными по сравнению с московским направлением. Впервые проведено систематическое сравнение материально-технических, климатических и оперативно-тактических факторов и дана оценка их совокупного влияния на срыв блицкрига.

Хронологические рамки исследования соответствуют датам начала и окончания операции «Барбаросса» – 22 июня – 30 сентября 1941 года.

Материалы и методы исследований

Методологической основой данного исследования являются принципы историзма, объективности, комплексности и системности. В работе применены такие методы, как историко-генетический (для реконструкции хода боевых действий), сравнительно-исторический (сопоставление действий групп армий «Север», «Центр» и «Юг»), анализ и синтез исторических источников.

Источниковую базу составили:

1) советские фронтовые сводки и мемуары;
2) современные исследования.

Отдельно проанализированы данные о состоянии дорог, погодных условиях и потерях техники в ноябре–декабре 1941 года.

Результаты и обсуждения

Стратегические цели Германии и просчёты планирования

План «Барбаросса» предусматривал молниеносный разгром Советского Союза силами трёх групп армий. Группа армий «Юг» наступала на Киев и далее к Донецкому бассейну и Кавказу. Это направление было выбрано с целью захвата богатых природных ресурсов – угля, нефти и сельскохозяйственных районов [3, с. 7–9].

Для реализации плана Германия сосредоточила на Восточном фронте значительные силы: 153 дивизии, из них 33 танковых и моторизованных, 3350 танков, 2500 самолётов и более 4200 артиллерийских орудий [9, с. 12]. Однако в разработке плана были допущены серьёзные просчёты. Разработчики недооценили как численность и потенциал Красной Армии, так и способность советского руководства организовать сопротивление. Идеологически предвзятый взгляд на СССР как на слабого противника привёл к недостаточной подготовке к войне на масштабном фронте. Игнорировались вопросы протяжённости коммуникаций, сложности снабжения в условиях разрушенной инфраструктуры, а также климатические факторы, такие как суровая зима. Кроме того, план не предусматривал мер борьбы с партизанским движением [10, с. 54–56].

Концепция блицкрига, доказавшая свою эффективность в Польше и Франции, на Восточном фронте столкнулась с непреодолимыми трудностями. Огромное протяжение фронта от Баренцева до Чёрного моря создавало значительные трудности для снабжения. Танковые и моторизованные соединения, глубоко прорвавшиеся вглубь советской территории, теряли связь с базами снабжения. Логистика вермахта не справлялась с масштабами операций, особенно с учётом нехватки горючего, боеприпасов и резервов [2, с. 35–37].

Наступление группы армий «Юг» летом 1941 года

Наступление группы армий «Юг» началось 22 июня 1941 года. Основной удар приходился на территорию Украинской ССР. 1-я танковая группа наступала из района Люблина с целью захвата Житомира и Киева. 17-я армия наступала на Тернополь и Львов. 6-я армия стремилась продвинуться через Львов к восточному берегу Днепра. Одновременно 11-я армия, дислоцированная в Румынии, начала боевые действия с целью захвата Бессарабии [7, с. 112–115].

Несмотря на масштабное наступление и превосходство в техническом оснащении, Красная Армия продемонстрировала ожесточённое сопротивление. В районе Дубно-Луцк-Броды механизированные корпуса 23–27 июня 1941 года нанесли контрудар, пытаясь ликвидировать прорыв немецких танковых клиньев. Хотя операция не увенчалась стратегическим успехом, она позволила задержать наступление противника и выиграть время для перегруппировки советских войск [6, с. 78–80].

Потери на обеих сторонах были колоссальными. К 22 июля 1941 года вермахт потерял 81833 человека убитыми, 250997 ранеными и 24696 пропавшими без вести. Советские потери были значительно выше: до 725 000 солдат попало в плен, от 800 тысяч до 1 миллиона человек погибли, были ранены или пропали без вести [7, с. 120].

Битва за Киев и оборона Одессы

Битва за Киев стала одной из крупнейших катастроф Красной Армии в 1941 году. Немецкое командование, изменив первоначальные планы, направило 2-ю танковую группу Гудериана с центрального участка фронта на юг для окружения советских войск. К 16 сентября 1941 года немецкие танковые соединения соединились в районе Лохвицы, замкнув кольцо окружения вокруг пяти армий Юго-Западного фронта. По различным данным, в плен попали от 600000 до 665000 человек [4, с. 44–46].

Однако битва за Киев имела и стратегические последствия для самой Германии. Переброска 2-й танковой группы Гудериана на южное направление задержала наступление группы армий «Центр» на Москву. Этот фактор, как отмечается в исследовании, сыграл определённую роль в срыве немецкого плана блицкрига, хотя и не компенсировал тяжёлых потерь Красной Армии [5, с. 28].

Оборона Одессы (5 августа – 16 октября 1941 года) стала одним из самых ярких примеров стойкости советских войск. Гарнизон города, насчитывавший 86 000 человек, противостоял 10 пехотным дивизиям и 2 моторизованным бригадам противника (примерно 100 000 человек). Руководство обороной осуществляли генерал-лейтенант Г.П. Софронов, а с 10 октября — вице-адмирал Г.В. Жуков. Важнейшую роль сыграла поддержка Черноморского флота, обеспечивавшего доставку боеприпасов, продовольствия и эвакуацию [8, с. 15–17].

Оборона Одессы длилась почти два с половиной месяца. Противник понёс значительные потери, что затруднило его продвижение на других участках фронта. Значение обороны Одессы было не только стратегическим, но и морально-политическим – она стала символом стойкости и мужества, показав, что агрессор может столкнуться с непредсказуемым сопротивлением [8, с. 18].

Ростовская операция: первая крупная неудача вермахта

Ростовская операция (17 ноября – 2 декабря 1941 года) стала первой крупной неудачей немецкой армии на Восточном фронте и первым крупным отступлением вермахта с начала войны. Целью операции был захват Ростова-на-Дону – стратегически важного промышленного и транспортного узла, открывавшего путь на Кавказ к нефтяным месторождениям [11].

17 ноября 1941 года 1-я танковая армия вермахта начала наступление на Ростов. Несмотря на сильное сопротивление, 21 ноября немецким войскам удалось ворваться в город. Однако уже 27 ноября советские войска Южного фронта начали контрнаступление, в котором участвовали соединения 56-й и 18-й армий, а также части 12-й и 51-й стрелковых дивизий [11].

Под ударами Красной Армии 1-я танковая армия вермахта вынуждена была оставить Ростов-на-Дону и отступить за реку Миус. Это стало первым масштабным успехом советских войск в зимнюю кампанию 1941–1942 годов. Вместе с контрнаступлением под Москвой Ростовская операция окончательно похоронила план «Барбаросса» [5, с. 52–54]. За поражение Гитлер снял Рундштедта с должности командующего группой армий «Юг». Немецкие войска удалось отбросить на 60–80 км, сняв угрозу их прорыва к Волге и на Кавказ [11].

Однако исследование отмечает и недостатки советского командования: неудачное решение о переносе направления главного удара на второстепенную цель не позволило добиться окружения 1-й танковой армии. Среднесуточные темпы наступления стрелковых соединений составляли всего 4–5 км, и только в удачные дни – 10–12 км [7, с. 210–212].

Проблемы логистики и снабжения

С самого начала кампании группа армий «Юг» столкнулась с серьёзными проблемами логистики, которые оказали решающее влияние на ход боевых действий. Протяжённость коммуникаций между линией фронта и тылом постоянно увеличивалась по мере продвижения войск вглубь СССР. Уже к концу июня 1941 года вермахт оказался на значительном удалении от своих основных баз снабжения [2, с. 36].

Особую проблему представляло состояние дорог. В СССР преобладали грунтовые дороги, которые становились непроходимыми в период распутицы. Тяжёлая немецкая техника, особенно грузовики, не могла передвигаться по таким дорогам, что значительно замедляло доставку боеприпасов, топлива и продовольствия [2, с. 38].

Нехватка транспорта была другой серьёзной проблемой. По состоянию на июнь 1941 года на вооружении вермахта было около 600 000 автомобилей, однако почти половина из них была французского производства, менее надёжна и непригодна для эксплуатации в условиях Восточного фронта. Железные дороги в Советском Союзе имели более широкую колею (1520 мм против 1435 мм в Европе), что требовало перестройки инфраструктуры и нарушало нормальное функционирование транспортных перевозок [2, с. 39–40].

Недооценка немецким командованием проблем снабжения стала ещё одной важной причиной провала. Немецкое командование рассчитывало, что войска смогут быстро захватить необходимые ресурсы и пополняться трофеями. Однако быстрого разгрома Красной Армии не последовало, и кампания затянулась. Недостаток горючего и боеприпасов постепенно подрывал эффективность наступления группы армий «Юг» [2, с. 41].

Недооценка противника как фактор неудачи

Планы германского командования по операции «Барбаросса» строились на крайне ошибочной оценке возможностей Красной Армии. Эта недооценка проявилась в нескольких важных аспектах [10, с. 54–55].

Во-первых, германское командование недооценило потенциал советского военно-промышленного комплекса. В германской разведке преобладала уверенность в том, что советская техника устарела, несмотря на то что РККА использовала такие конкурентоспособные образцы, как танк Т-34, тяжёлый танк КВ-1, реактивные миномёты «Катюша» и штурмовик Ил-2 [6, с. 90–92].

Во-вторых, германское командование ошибочно полагало, что советский командный состав будет слабым из-за чисток 1937–1938 годов. На практике многие советские офицеры продемонстрировали отличную военную подготовку и способность адаптироваться к условиям современной войны [10, с. 56].

В-третьих, германский Генеральный штаб игнорировал уроки Советско-финляндской войны 1939–1940 годов. Генерал Франц Гальдер был уверен в быстром разгроме Советской Армии, что, как показала практика, оказалось неверным [10, с. 57].

В-четвёртых, германское командование недооценивало моральный дух советских солдат. Нацистская идеология считала, что советские солдаты будут деморализованы и начнут массово сдаваться в плен после первых же поражений. Однако советский народ проявил невероятную стойкость. Патриотические лозунги и призывы имели мощный отклик, мобилизуя людей на борьбу с оккупантами [3, с. 10].

Климатический и географический факторы

Весной и осенью российские дороги превращались в непроходимую грязь. Распутица приводила к параличу транспортного сообщения, затрудняла доставку боеприпасов и продовольствия. В условиях вязкой почвы наступление превращалось из быстрых танковых прорывов в медленное и изнурительное продвижение. Застрявшие автомобили и танки становились лёгкой добычей для советской артиллерии и авиации [2, с. 38].

Зимы в России характеризовались крайне низкими температурами — до –30 °C и ниже. Отсутствие качественного зимнего обмундирования и слабая подготовленность техники к эксплуатации в экстремальных условиях привели к массовым обморожениям и заболеваниям среди личного состава. Механизмы двигателей замерзали и выходили из строя. Значительная часть потерь вермахта была небоевой [1, с. 67–69].

Огромная протяжённость коммуникаций на территории Советского Союза также играла негативную роль. По мере продвижения немецких войск расстояния между фронтом и базами снабжения увеличивались, что делало логистику крайне сложной. Пропускная способность железнодорожной сети была недостаточной, а различия в ширине колеи усиливали проблему [2, с. 39].

Роль партизанского движения

Действия советских партизан на оккупированной территории сыграли важную роль в противодействии германским захватчикам. Партизаны атаковали транспортные коммуникации врага: железные дороги, мосты, автомобильные колонны. Уничтожение путей сообщения нарушало логистику немцев, затрудняя подвоз продовольствия, боеприпасов и техники [1, с. 45–47].

Партизаны также сосредоточили усилия на уничтожении объектов военной инфраструктуры – складов с боеприпасами, аэродромов, заводов. Это лишало вермахт снабжения и заставляло немецкое командование отвлекать дополнительные силы на охрану объектов [1, с. 48].

Не менее важной была разведывательная деятельность партизан. Подпольщики и партизанские отряды активно собирали информацию о расположении вражеских войск, численности подразделений и планах наступлений. Эта информация позволяла советскому командованию заранее подготовиться к контратакам [1, с. 49].

В городах действовали подпольные группы. Например, в Краснодоне активно действовала молодёжная подпольная организация «Молодая Гвардия», члены которой распространяли листовки, организовывали диверсии на предприятиях и помогали советским военнопленным [1, с. 50].

Вклад неудач группы армий «Юг» в общий провал плана «Барбаросса»

Обобщающий анализ позволяет сделать вывод, что вклад неудач группы армий «Юг» в провал плана «Барбаросса» является существенным и недооценённым в историографии.

Во-первых, задержки в выполнении операций на южном направлении не позволяли перебросить силы на наиболее критичные участки фронта. Неудача в захвате Ростова-на-Дону и других стратегически важных районов лишала немцев возможности оперативной инициативы [5, с. 53].

Во-вторых, проблемы на южном направлении усилили уязвимость других частей фронта, включая группу армий «Центр». Недостаточная защита флангов позволяла советским войскам наносить фланговые удары, дезорганизуя немецкие силы [5, с. 29].

В-третьих, сбои в поставках ресурсов и проблемы с продовольственным обеспечением на юге стали ещё одной причиной ослабления потенциала вермахта. Хронические проблемы с поставками топлива, боеприпасов и продовольствия подрывали боеспособность армии на всех участках фронта [2, с. 41].

В-четвёртых, активное сопротивление населения и партизанская деятельность в тылу создали серьёзные проблемы для немецких войск. Разведывательные данные, передаваемые подпольем, помогали советским войскам эффективно контратаковать [1, с. 51].

Современные исследования свидетельствуют о растущем кризисе на южном фронте. Воспоминания командиров, таких как Манштейн и Клейст, подтверждают серьёзные проблемы, с которыми столкнулись войска группы армий «Юг»: нехватку ресурсов, низкую боеспособность войск и трудности координации на обширной территории [1, с. 70–72].

Вывод

Проведённый анализ позволяет сделать следующие выводы: план «Барбаросса» изначально содержал неустранимые противоречия: недооценка советского мобилизационного потенциала, игнорирование проблем логистики на южном направлении и неготовность к затяжной войне на огромных территориях [10, с. 58].

Группа армий «Юг» уже в июле–августе 1941 года столкнулась с критическими трудностями: растянутость коммуникаций, нехватка топлива, плохое состояние дорог и активные контрудары Красной Армии (под Дубно, под Ростовом) [7, с. 130–132].

Именно на южном направлении вермахт впервые потерпел тактическое поражение (Ростов-на-Дону, ноябрь 1941 года), что вынудило Гитлера снять Рундштедта с должности и перебросить резервы, ослабив тем самым удар на Москву [5, с. 54].

Оборона Одессы (73 дня) и затяжные бои за Киев отвлекли значительные силы группы армий «Юг», нарушив график блицкрига и позволив советскому командованию выиграть время для перегруппировки [8, с. 19].

Вклад неудач группы армий «Юг» в провал плана «Барбаросса» является недооценённым в историографии. Затягивание кампании на юге, первое крупное отступление вермахта под Ростовом и невозможность перебросить резервы под Москву стали одними из ключевых факторов срыва германской стратегии молниеносной войны [4, с. 46].

Практическая значимость работы заключается в возможности использования её выводов при разработке учебных курсов по истории Второй мировой войны и Великой Отечественной войны, а также для дальнейших исследований роли отдельных фронтов в срыве германского блицкрига.

Литература

1. Арзамаскин Ю.Н. Советские партизаны в контексте Второй мировой войны // Исторический курьер. – 2021. – № 3(17). – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/sovetskie-partizany-v-kontekste-vtoroy-mirovoy-voyny (дата обращения 11.04.2026).
2. Батюк Л.И. Логистика в годы Великой Отечественной войны / Л.И. Батюк, Ф.К. Гадимова // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2015. – № 10-1. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/logistika-v-gody-velikoy-otechestvennoy-voyny (дата обращения 11.04.2026).
3. Богданов В.Н. Цели Германии в войне против СССР // Вестник МГИМО. – 2011. – № 3. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/tseli-germanii-v-voyne-protiv-sssr (дата обращения 11.04.2026).
4. Дашичев В.И. Битва под Москвой и провал германского блицкрига // Вестник МГИМО. – 2012. – № 1. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/bitva-pod-moskvoy-i-proval-germanskogo-blitskriga(дата обращения 11.04.2026).
5. Дашичев В.И. Крах плана «Барбаросса» (к 70-летию начала Великой Отечественной войны) // Пространство и Время. – 2011. – № 2. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/krah-plana-barbarossa-k-70-letiyu-nachala-velikoy-otechestvennoy-voyny (дата обращения 11.04.2026).
6. Дэвид М. Гланц. «Барбаросса»: вторжение Гитлера в Россию, 1941 (Реферат) // Начало Великой Отечественной войны: современная историография. – 2011. – № 2011. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/barbarossa-vtorzhenie-gitlera-v-rossiyu-1941-referat (дата обращения 11.04.2026).
7. Исаев А.В. История Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. в одном томе / А.В. Исаев, А.В. Драбкин. – М. : Якорь, 2018. – 573 с.
8. Касьянова И.В. Одесский оборонительный район (ООР) как консолидированный институт вооружённых сил СССР: причины формирования // Архонт. – 2020. – № 3(18). – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/odesskiy-oboronitelnyy-rayon-oor-kak-konsolidirovannyy-institut-vooruzhennyh-sil-sssr-prichiny-formirovaniya (дата обращения 11.04.2026).
9. Кульков Е.Н. Подготовка Германии и её союзников к нападению на СССР // Вестник МГИМО. – 2009. – № 5. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/podgotovka-germanii-i-ee-soyuznikov-k-napadeniyu-na-sssr (дата обращения 11.04.2026).
10. Лавренов С.Я. Особенности политико-стратегического планирования Германией войны против СССР // Обозреватель. – 2015. – № 1(300). – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-politiko-strategicheskogo-planirovaniya-germaniey-voyny-protiv-sssr (дата обращения 11.04.2026).
11. Ростовская наступательная операция (1941). – URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/Ростовская_наступательная_операция_(1941) (дата обращения 11.04.2026).

References

1. Arzamaskin Yu.N. Soviet Partisans in the Context of World War II // Historical Courier. – 2021. – № 3(17). – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/sovetskie-partizany-v-kontekste-vtoroy-mirovoy-voyny (date of application 11.04.2026).

2. Batyuk L.I. Logistics during the Great Patriotic War / L.I. Batyuk, F.K. Gadimova // Actual Problems of the Humanities and Natural Sciences. – 2015. – № 10-1. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/logistika-v-gody-velikoy-otechestvennoy-voyny (date of application 11.04.2026).
3. Bogdanov V.N. Germany's Aims in the War against the USSR // MGIMO Review. – 2011. – № 3. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/tseli-germanii-v-voyne-protiv-sssr (date of application 11.04.2026).
4. Dashichev V.I. The Battle of Moscow and the Failure of the German Blitzkrieg // MGIMO Review. – 2012. – № 1. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/bitva-pod-moskvoy-i-proval-germanskogo-blitskriga (date of application 11.04.2026).
5. Dashichev V.I. The Collapse of Operation Barbarossa (to the 70th Anniversary of the Beginning of the Great Patriotic War) // Space and Time. – 2011. – № 2. – URL : https:// cyberleninka.ru/article/n/krah-plana-barbarossa-k-70-letiyu-nachala-velikoy-otechestvennoy-voyny (date of application 11.04.2026).
6. David M. Glantz. «Barbarossa»: Hitler's Invasion of Russia, 1941 (Abstract) // The Beginning of the Great Patriotic War: Modern Historiography. – 2011. – № 2011. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/barbarossa-vtorzhenie-gitlera-v-rossiyu-1941-referat (date of application 11.04.2026).
7. Isaev A.V. The History of the Great Patriotic War 1941–1945 in One Volume / A.V. Isaev, A.V. Drabkin. – M. : Yakor, 2018. – 573 p.
8. Kasyanova I.V. Odessa Defensive Area (ODA) as a Consolidated Institution of the Armed Forces of the USSR: Reasons for Formation // Archon. – 2020. – № 3(18). – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/odesskiy-oboronitelnyy-rayon-oor-kak-konsolidirovannyy-institut-vooruzhennyh-sil-sssr-prichiny-formirovaniya (date of application 11.04.2026).
9. Kulkov E.N. Germany and Its Allies' Preparation for the Attack on the USSR // MGIMO Review. – 2009. – № 5. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/podgotovka-germanii-i-ee-soyuznikov-k-napadeniyu-na-sssr (date of application 11.04.2026).
10. Lavrenov S.Ya. Features of Germany's Political and Strategic Planning of the War against the USSR // Observer. – 2015. – № 1(300). – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-politiko-strategicheskogo-planirovaniya-germaniey-voyny-protiv-sssr (date of application 11.04.2026).
11. Rostov Offensive Operation (1941). – URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/Ростовская_наступательная_операция_(1941) (date of application 11.04.2026).

УДК 796.01.09

ФИТНЕС-ТРЕКЕР КАК УЧЕБНЫЙ ПОЛИГОН ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ НА ЗАНЯТИЯХ ФИЗКУЛЬТУРОЙ

♦♦♦♦♦

FITNESS TRACKER AS A TRAINING GROUND FOR INFORMATION SECURITY EDUCATION OF STUDENTS DURING PHYSICAL EDUCATION CLASSES

Ляпунов Алексей Михайлович
студент группы 25-КБ-ИБ1,
факультет информационных технологий
и кибербезопасности,
Кубанский государственный технологический университет
alekseyluapunov06@yandex.ru

Питкин Виктор Александрович
старший преподаватель
кафедры физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
irvik25@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается инновационный междисциплинарный подход к подготовке студентов технических специальностей в области информационной безопасности (ИБ) с использованием фитнес-трекеров на занятиях физической культурой. Анализируются уязвимости носимых устройств как дидактический материал для формирования профессиональных компетенций. Особое внимание уделяется правовому статусу биометрических данных в РФ и педагогическим методам обучения их защите.

Ключевые слова: физическая культура, информационная безопасность, фитнес-трекер, 152-ФЗ, защита данных, носимые устройства, междисциплинарное обучение.

Lyapunov Aleksey Mikhailovich
Student of group 25-KB-IB1
Faculty of Information Technology
and Cybersecurity,
Kuban State Technological University
alekseyluapunov06@yandex.ru

Pitkin Victor Alexandrovich
Senior Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
irvik25@mail.ru

Annotation. The article discusses an innovative interdisciplinary approach to training students of technical specialties in the field of information security (IS) using fitness trackers in physical education classes. The vulnerabilities of wearable devices are analyzed as didactic material for the formation of professional competencies. Special attention is paid to the legal status of biometric data in the Russian Federation and pedagogical methods of teaching their protection.

Keywords: physical education, information security, fitness tracker, Federal Law 152-FZ, data protection, wearable devices, interdisciplinary learning.

Введение

Современное высшее техническое образование стоит на пороге смены образовательных парадигм, где ключевым требованием становится междисциплинарная интеграция. Несомненно, физические нагрузки являются важным фактором для здоровой жизни человека [7]. Массовое распространение носимой электроники, в частности фитнес-трекеров, создало уникальную ситуацию: с одной стороны, устройства стали привычным инструментом мониторинга функционального состояния на занятиях по физической культуре; с другой – они являются типовыми представителями киберфизических систем, уязвимых для широкого спектра атак. Это противоречие открывает новые дидактические возможности: превратить рутинный сбор физиологических показателей в практический кейс по анализу уязвимостей и изучению нормативно-правовой базы защиты данных [1].

Правовой статус медицинских данных: высокий приоритет защиты в РФ

Педагогический потенциал трекеров раскрывается в полной мере при наложении на российское законодательное поле. Студенты должны осознавать, что работают не просто с технической информацией, а с особо охраняемыми законом категориями. Согласно Федеральному закону № 152-ФЗ «О персональных данных», сведения о состоянии здоровья относятся к специальным категориям персональных данных, обработка которых по общему правилу не допускается и требует повышенных мер защиты [2, 3]. В силу ч. 1 ст. 10 152-ФЗ, состояние здоровья прямо поименовано в перечне

специальных категорий наряду с национальной принадлежностью и политическими взглядами, что подчеркивает их особый статус [4].

Более того, в контексте использования трекеров мы сталкиваемся с двойным уровнем защиты: помимо отнесения к специальной категории, данные о сердечном ритме, вариабельности пульса и уровне активности могут быть квалифицированы как биометрические персональные данные, если они используются для установления личности субъекта (ст. 11 152-ФЗ) [5]. Обработка таких сведений возможна только при наличии письменного согласия субъекта, за исключением строго оговоренных законом случаев. Незнание этих норм будущими инженерами может привести к серьезным юридическим последствиям, включая административную и уголовную ответственность [6].

Фитнес-трекер как объект анализа угроз информационной безопасности

Педагогический потенциал фитнес-трекера в контексте ИБ-подготовки базируется на его архитектурных особенностях. Устройство представляет собой типовую киберфизическую систему: оно содержит датчики сбора первичной информации (акселерометр, фотоплетизмограф), микроконтроллер для обработки сигналов и модуль беспроводной связи (как правило, Bluetooth Low Energy). С точки зрения информационной безопасности, каждый из этих узлов является потенциальным вектором атаки. Для студентов инженерных направлений мониторинг сердечного ритма на беговой дорожке перестает быть сугубо медицинской процедурой. Им предлагается рассмотреть следующие уязвимости: недостаточная криптографическая защита канала передачи данных, возможность несанкционированного сопряжения с устройством, утечка данных через сопутствующее мобильное приложение, а также атаки на целостность программного обеспечения трекера.

Педагогическая модель «Аналитик на дистанции»

Предлагаемая педагогическая модель строится на принципе междисциплинарного погружения и деятельностного подхода. Во время выполнения физических упражнений (бег, циклические нагрузки) студенты используют предоставленные кафедрой или личные фитнес-трекеры. Однако ключевая задача заключается не только в достижении целевой зоны пульса, но и в параллельном выполнении лабораторной работы по анализу защищенности соединения. Структура занятия включает три этапа:

1. Практический сбор данных. Студенты выполняют физическую нагрузку, трекер фиксирует ЧСС и уровень активности. Параллельно смартфон с установленным легальным ПО для сниффинга Bluetooth-трафика регистрирует MAC-адреса и характер обмена пакетами между трекером и смартфоном наблюдателя.

2. Аналитический этап. На основе собранных логов студенты анализируют, является ли трафик шифрованным, как часто происходит обновление ключей, существует ли риск отслеживания перемещения по постоянному идентификатору устройства.

3. Рефлексия и проектирование защиты. Обучающиеся формулируют рекомендации по минимизации цифрового следа на объектах спортивной инфраструктуры и разрабатывают гипотетическую модель защищенного канала связи для носимого устройства.

Заключение

Использование фитнес-трекера в качестве учебного полигона для ИБ-подготовки демонстрирует высокий синергетический эффект. Занятия физической культурой из вспомогательной дисциплины трансформируются в междисциплинарную платформу, где одновременно укрепляется здоровье и формируются актуальные инженерные компетенции в области кибербезопасности и правовой защиты медицинских данных. Такой подход не требует дорогостоящего специализированного оборудования, опирается на личный опыт студентов и полностью соответствует трендам цифровой трансформации образования. Будущие исследования также могут касаться разработки стандартов ЗОЖ для разных возрастных и социальных категорий молодежи [8].

Дальнейшее развитие направления видится в интеграции с курсами по криптографии и создании виртуальных лабораторий для моделирования атак на биосенсоры в защищенной среде.

Литература

1. Питкин В.А. Игровые виды спорта в физическом развитии студентов / В.А. Питкин, М.Е. Захаров // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 4. – С. 112–115.
2. Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ (ред. от 24.06.2025) «О персональных данных». Российская газета. № 165. 29.07.2006.
3. Астахова Л.В. Формирование компетенций информационной безопасности у студентов технических вузов на основе междисциплинарного подхода / Л.В. Астахова, Е.А. Захарова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование. Педагогические науки». – 2022. – Т. 14. – № 3. – С. 35–44.
4. Обработка специальных категорий персональных данных: состояние здоровья. – URL : https://namvd.ru/kakie-celi-obrabotki-personalnyh-dannyh-v-organizacii (дата обращения 22.04.2026).
5. Разъяснения Роскомнадзора: отнесение информации к биометрическим персональным данным. – URL : https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=359906 (дата обращения 22.04.2026).
6. Privacy-итоги 2025: Установлены новые штрафы и оборотные штрафы по ст. 13.11 КоАП. – URL : https://comply.ru/tpost/f3oed3k001-privacy-itogi-2025 (дата обращения 22.04.2026).
7. Еременко В.Н. Роль физической культуры в жизни человека / В.Н. Еременко, А.С. Медведева, А.А. Левченко. – 2019. – Т. 8. – № 3(28). – С. 353–355.
8. Питкин В.А. Формирование привычки к здоровому образу жизни у молодежи / В.А. Питкин, И.А. Васько // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 2. – С. 441–443.

References

1. Pitkin V.A. Game Sports in the Physical Development of Students / V.A. Pitkin, M.E. Zakharov // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 4. – P. 112–115.
2. Federal Law № 152-FZ dated July 27. 2006 (as amended on June 24, 2025) «On Personal Data». Rossiyskaya Gazeta. № 165, July 29. 2006.
3. Astakhova L.V. Forming Information Security Competencies in Technical University Students through an Interdisciplinary Approach / L.V. Astakhova, E.A. Zakharova // Bulletin of the South Ural State University. Series «Education. Pedagogical Sciences». – 2022. – Vol. 14. – № 3. – P. 35–44.
4. Processing of Special Categories of Personal Data: Health Status. – URL : https://namvd.ru/kakie-celi-obrabotki-personalnyh-dannyh-v-organizacii (date of application 22.04.2026).
5. Roskomnadzor's explanations: classification of information as biometric personal data. – URL : https: //normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=359906 (date of application 22.04.2026).
6. Privacy results 2025: New fines and turnover fines have been established under Article 13.11 of the Administrative Code. – URL : https: //comply.ru/tpost/f3oed3k001-privacy-itogi-2025 (date of application 22.04.2026).
7. Eremenko V.N. The role of physical culture in human life / V.N. Eremenko, A.S. Medvedeva, A.A. Levchenko. – 2019. – Vol. 8. – № 3(28). – P. 353–355.
8. Pitkin V.A. Formation of healthy lifestyle habits in young people / V.A. Pitkin, I.A. Vas'ko // Science. Technology. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2025. – № 2. – P. 441–443.

УДК 371.121

МАЛОПОДВИЖНЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ КАК ПРОБЛЕМА СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ

♦♦♦♦♦

LESS MOVABLE LIFESTYLE AS A PROBLEM OF MODERN LIFESTYLE

Питкин Виктор Александрович
старший преподаватель
кафедры физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
irvik25@mail.ru

Батракова Ксения Алексеевна
студентка группы 25-ЭБ-РС2,
факультет экономики, управления и бизнеса,
Кубанский государственный технологический университет
kseniyaabatr@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема малоподвижного образа жизни как одного из значимых факторов, негативно влияющих на здоровье современного человека. Анализируются основные причины распространения гиподинамии, связанные с развитием технологий, изменением характера труда и особенностями повседневной деятельности. Особое внимание уделяется влиянию недостаточной физической активности на физическое и психическое состояние человека, а также распространённости данной проблемы среди молодёжи. В работе подчёркивается необходимость комплексного подхода к решению данной проблемы, включающего как индивидуальные, так и общественные меры. Делается вывод о важности формирования устойчивых привычек активного образа жизни в условиях современного общества.

Ключевые слова: малоподвижный образ жизни, гиподинамия, физическая активность, здоровье, образ жизни, студенты, современное общество, профилактика, двигательная активность, качество жизни.

Pitkin Victor Alexandrovich
Senior Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
irvik25@mail.ru

Batrakova Ksenia Alekseevna
Student of group 25-EB-RS2,
Faculty of Economics,
Management and Business,
Kuban State Technological University
kseniyaabatr@mail.ru

Annotation. This article examines the problem of a sedentary lifestyle as one of the significant factors negatively impacting modern health. It analyzes the main causes of the spread of physical inactivity, related to technological advances, changing work patterns, and the specifics of everyday activities. Particular attention is paid to the impact of insufficient physical activity on a person's physical and mental well-being, as well as the prevalence of this problem among young people. The paper emphasizes the need for a comprehensive approach to addressing this issue, encompassing both individual and societal measures. It concludes that developing sustainable active lifestyle habits is essential in today's society.

Keywords: sedentary lifestyle, physical inactivity, physical activity, health, lifestyle, students, modern society, prevention, physical activity, quality of life.

В условиях стремительного развития технологий и цифровизации общества образ жизни человека претерпел значительные изменения. Если ранее физическая активность была естественной частью повседневной жизни, то в настоящее время она всё чаще уступает место пассивным формам деятельности. В результате всё больше людей сталкиваются с явлением малоподвижного образа жизни, которое становится одной из ключевых проблем современного общества.

Исследователи в области физической культуры наблюдают негативную тенденцию по увеличению числа обучающихся в университетах с отклонениями в дыхательной, сердечно-сосудистой, а также нервной системах [1]. Несомненно, физические нагрузки являются важным фактором для здоровой жизни человека [2], к примеру, ведется разработка и постепенное внедрение современных здоровьесберегающих педагогических технологий [3], которые направлены на формирование культуры здорового образа жизни и предусматривают особенности преподавания физической культуры для отдельных групп обучающихся со слабым здоровьем [4].

Актуальность данной темы обусловлена тем, что недостаток двигательной активности напрямую влияет на состояние здоровья населения, снижает работоспособ-

ность и повышает риск развития хронических заболеваний. Особенно остро эта проблема проявляется среди молодёжи, чья повседневная деятельность всё чаще связана с использованием цифровых устройств. Малоподвижный образ жизни представляет собой форму поведения, при которой уровень физической активности человека оказывается значительно ниже необходимого для поддержания нормального функционирования организма. Такое состояние нередко связано с длительным пребыванием в сидячем положении, отсутствием регулярных физических нагрузок и минимальным уровнем двигательной активности в течение дня [5, 6].

Причины распространения гиподинамии во многом связаны с особенностями современного общества. Прежде всего, это развитие технологий, которые значительно упростили выполнение многих задач. Человек всё реже сталкивается с необходимостью физического труда, поскольку большинство процессов автоматизировано. Кроме того, широкое распространение интернета и мобильных устройств привело к тому, что значительная часть времени проводится в виртуальном пространстве. Учёба, работа, общение и даже досуг всё чаще происходят в сидячем положении. Не менее важным фактором является урбанизация. Жители крупных городов зачастую передвигаются на транспорте, что сокращает уровень естественной физической активности. Даже короткие расстояния преодолеваются с использованием автомобилей или общественного транспорта, что дополнительно снижает двигательную нагрузку.

Малоподвижный образ жизни оказывает комплексное негативное влияние на организм человека. В первую очередь страдает сердечно-сосудистая система. Недостаток движения приводит к ухудшению кровообращения, снижению тонуса сосудов и увеличению риска развития заболеваний сердца. Кроме того, гиподинамия способствует нарушению обмена веществ, что может привести к набору избыточного веса и развитию сахарного диабета. Также значительные изменения происходят в опорно-двигательном аппарате [7, 8]. Длительное пребывание в одной позе вызывает напряжение мышц, ухудшение осанки и развитие различных заболеваний позвоночника. Особенно это актуально для студентов и офисных работников, которые проводят большую часть дня за компьютером. Следует отметить, что последствия малоподвижного образа жизни затрагивают не только физическое, но и психическое здоровье [9]. Недостаток активности может приводить к снижению уровня энергии, ухудшению настроения и повышению тревожности. Это связано с тем, что физическая активность способствует выработке гормонов, отвечающих за эмоциональное состояние человека. Особую обеспокоенность вызывает распространённость гиподинамии среди молодёжи. Современные студенты значительную часть времени проводят за учёбой, при этом учебный процесс зачастую организован таким образом, что предполагает длительное сидение. Дополнительным фактором является активное использование социальных сетей и цифровых технологий, которые вытесняют подвижные формы досуга [10].

Для студентов занятия физической культурой и спортом снимают стресс, повышают работоспособность, снижают агрессивность, способствуют нормальному физическому и психическому развитию. Физическое воспитание является особым средством раскрытия потенциала здоровья молодежи [11].

На мой взгляд, проблема малоподвижного образа жизни заключается не только в технологическом прогрессе, но и в изменении привычек и ценностей. Современный человек всё чаще выбирает комфорт и удобство, даже если это наносит вред его здоровью. При этом многие осознают негативные последствия гиподинамии, но не предпринимают достаточных усилий для изменения своего образа жизни. На уровне общества необходимо создавать условия, способствующие активному образу жизни. К таким мерам можно отнести развитие спортивной инфраструктуры, популяризацию физической культуры и внедрение программ, направленных на повышение уровня активности населения. В образовательных учреждениях важно уделять больше внимания физическому воспитанию и формированию здоровых привычек у студентов [12].

Таким образом, малоподвижный образ жизни представляет собой серьёзную проблему современного общества, затрагивающую различные аспекты жизни человека. Его распространение связано с изменениями в социальной и технологической среде, а последствия оказывают негативное влияние на здоровье и качество жизни.

Литература

1. Питкин В.А. Влияние физической активности на умственную деятельность / В.А. Питкин, М.Д. Лисицкая, М.И. Баскова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2023. – № 3(217). – С. 366–369.
2. Еременко В.Н. Роль физической культуры в жизни человека / В.Н. Еременко, А.С. Медведева, А.А. Левченко // Азимут научных исследований: педагогика и психология. – 2019. – Т. 8. – № 3(28). – С. 353–355.
3. Питкин В.А. Здоровый образ жизни как модная тенденция в жизни студентов / В.А. Питкин, Т.В. Дробот // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2022. – № 1. – С. 243–245.
4. Питкин В.А. Формирование культуры здорового образа жизни в системе непрерывного образования // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2022. – № 7(209). – С. 316–321.
5. Всемирная организация здравоохранения. Физическая активность и здоровье населения. Официальный сайт ВОЗ. – 2024. – URL : https: www.who.int (дата обращения 08.04.2026).
6. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Рекомендации по физической активности и профилактике заболеваний. Официальный сайт Минздрава РФ. 2024. – URL : https://minzdrav.gov.ru (дата обращения 08.04.2026).
7. Гиподинамия и её влияние на здоровье человека. КиберЛенинка: научная электронная библиотека. – 2023. – URL : https: cyberleninka.ru (дата обращения 09.04.2026).
8. Влияние малоподвижного образа жизни на организм человека. MedPortal: медицинский портал. 2024. – URL : https: medportal.ru (дата обращения 09.04.2026).
11. Питкин В.А. Физическая культура и спорт в системе высшего образования РФ. Наука / В.А. Питкин, С.И. Заяц // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 1. – С. 261–264.
9. Научные публикации по проблеме гиподинамии. Национальная электронная библиотека. 2023. – URL : https: нэб.рф (дата обращения 09.04.2026).
10. Проблемы малоподвижного образа жизни в современном обществе. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека. – 2023. – URL : https: elibrary.ru (дата обращения 11.04.2026).
12. Современные исследования уровня физической активности населения. ТАСС. – 2024. – URL : https: tass.ru (дата обращения 11.04.2026).

References

1. Pitkin V.A. The Impact of Physical Activity on Mental Performance / V.A. Pitkin, M.D. Lisitskaya, M.I. Baskova // Scientific Notes of P.F. Lesgaft University. – 2023. – № 3(217). – P. 366–369.
2. Eremenko V.N. The Role of Physical Culture in Human Life / V.N. Eremenko, A.S. Medvedeva, A.A. Levchenko // Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology. – 2019. – Vol. 8. – № 3(28). – P. 353–355.
3. Pitkin V.A. Healthy Lifestyle as a Fashionable Trend in Students' Lives / V.A. Pitkin, T.V. Drobot // Science, Engineering and Technology (Polytechnic Bulletin). – 2022. – № 1. – P. 243–245.
4. Pitkin V.A. Forming a Healthy Lifestyle Culture in the System of Continuous Education. Scientific Notes of P.F. Lesgaft University. – 2022. – № 7(209). – P. 316–321.
5. World Health Organization. Physical Activity and Population Health. Official WHO website. – 2024. – URL : https: www.who.int (date of application 08.04.2026).
6. Ministry of Health of the Russian Federation. Recommendations for Physical Activity and Disease Prevention. Official website of the Ministry of Health of the Russian Federation. – 2024. – URL : https. minzdrav.gov.ru (date of application 08.04.2026).
7. Physical Inactivity and Its Impact on Human Health. CyberLeninka: Scientific Electronic Library. – 2023. – URL : https://cyberleninka.ru (date of application 09.04.2026).
8. The Impact of a Sedentary Lifestyle on the Human Body. MedPortal: Medical Portal. – 2024. – URL : https: medportal.ru (date of application 09.04.2026).
11. Pitkin V.A. Physical Education and Sports in the Higher Education System of the Russian Federation. Science. Engineering / V.A. Pitkin, S.I. Zayats // Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2025. – № 1. – P. 261–264.
9. Scientific Publications on the Problem of Physical Inactivity. National Electronic Library. – 2023. – URL : https: неб.рф (date of application 09.04.2026).
10. Problems of a Sedentary Lifestyle in Modern Society. eLIBRARY.RU: Scientific Electronic Library. – 2023. – URL : https: elibrary.ru (date of application 11.04.2026).
12. Modern studies of the population's physical activity level. TASS. – 2024. – URL : https: tass.ru (date of application 11.04.2026).

УДК 796.325:004.9

ГИБРИДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: НОВЫЙ УРОВЕНЬ ДЛЯ ВОЛЕЙБОЛА

♦♦♦♦♦

HYBRID TECHNOLOGIES: A NEW LEVEL FOR VOLLEYBALL

Питкин Виктор Александрович
старший преподаватель
кафедры физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
irvik25@mail.ru

Мустафа Хуссейн Али
студент,
факультет информационных технологий
и кибербезопасности,
Кубанский государственный технологический университет
husseinmf2@icloud.com

Аннотация. В статье рассматриваются возможности применения гибридных технологий (сочетание систем видеоповтора, электронного трекинга, анализа больших данных и искусственного интеллекта) в современном волейболе. Анализируются ключевые направления: Hawk-Eye (система «соколиный глаз») для фиксации касаний и аутов, системы отслеживания траектории мяча и перемещений игроков, умные мячи с датчиками, а также платформы для тактического анализа на основе машинного обучения. Особое внимание уделяется влиянию гибридных решений на объективность судейства, качество подготовки спортсменов и зрительский опыт. На основе обобщения передового российского и зарубежного опыта обосновывается вывод о том, что гибридные технологии становятся неотъемлемым элементом профессионального волейбола, повышая его динамику, справедливость и аналитическую глубину.

Ключевые слова: волейбол, гибридные технологии, Hawk-Eye, видеоповтор, трекинг игроков, умный мяч, анализ данных, искусственный интеллект, судейство, подготовка спортсменов.

Pitkin Victor Alexandrovich
Senior Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
irvik25@mail.ru

Mustafa Xuseyn Ali
Student,
Faculty of Information Technology
and Cybersecurity,
Kuban State Technological University
husseinmf2@icloud.com

Annotation. TThe article examines the possibilities of using hybrid technologies (a combination of video replay systems, electronic tracking, big data analysis, and artificial intelligence) in modern volleyball. It analyzes key areas: Hawk-Eye for touch and out detection, player and ball tracking systems, smart balls with sensors, and machine learning-based tactical analysis platforms. Special attention is paid to the impact of hybrid solutions on refereeing objectivity, athlete training quality, and spectator experience. Based on a synthesis of advanced Russian and international experience, it is concluded that hybrid technologies are becoming an integral element of professional volleyball, increasing its dynamics, fairness, and analytical depth.

Keywords: volleyball, hybrid technologies, Hawk-Eye, video replay, player tracking, smart ball, data analysis, artificial intelligence, refereeing, athlete training.

Современный волейбол на этапе технологической трансформации

Современный волейбол предъявляет высокие требования к точности судейства, скорости принятия решений и качеству подготовки спортсменов. Традиционные методы, основанные на визуальной оценке арбитров и субъективном анализе тренеров, постепенно уступают место гибридным технологическим решениям. Под гибридными технологиями в контексте волейбола понимается комплексное использование систем видеоповтора, электронного трекинга мяча и игроков, датчиков биомеханического контроля, а также платформ анализа больших данных на основе искусственного интеллекта [3]. Такой симбиоз позволяет не только минимизировать судейские ошибки, но и вывести тренировочный и соревновательный процесс на качественно новый уровень.

Технологические основы гибридных систем в волейболе

Система Hawk-Eye («соколиный глаз»). Наиболее известным гибридным решением в волейболе является система Hawk-Eye, использующая от 8 до 12 высокоскоростных камер, расположенных по периметру площадки. Камеры фиксируют траекторию мяча с частотой до 60 кадров в секунду, а алгоритмы триангуляции позволяют с

точностью до 3–5 мм определить момент касания площадки, антенны или линии [1]. В волейболе Hawk-Eye применяется для проверки аутов, касания блока, а также для фиксации положения мяча при игре на сетке. Система стала обязательной на турнирах FIVB (Международной федерации волейбола) уровня чемпионатов мира и Олимпийских игр [5].

Системы трекинга игроков и мяча. Гибридный подход предполагает также использование оптических и радиолокационных систем отслеживания перемещений (например, KINEXON, Vicon). Датчики, размещенные на форме спортсменов и внутри мяча, передают данные о скорости, ускорении, пройденной дистанции, высоте прыжка и частоте сердечных сокращений в реальном времени [2]. Эти данные интегрируются с видеоповторами, позволяя тренерскому штабу анализировать не только результат эпизода, но и физиологическое состояние игрока в момент принятия решения.

Повышение объективности судейства

Одной из ключевых проблем волейбола долгое время оставался человеческий фактор в судействе. Скорость мяча при атакующем ударе может достигать 130 км/ч, а при подаче – 110–120 км/ч, что делает визуальную фиксацию касания линии или блока крайне сложной. Внедрение гибридной системы видеоповторов (Video Challenge System) позволило командам запрашивать проверку спорных моментов. Согласно статистике FIVB, за первые три года применения системы (2018–2021) количество судейских ошибок на топ-турнирах сократилось на 40–45 % [6]. При этом важно отметить, что окончательное решение остается за арбитром, который использует видеоповтор как вспомогательный инструмент – это и есть принцип гибридности.

Анализ данных и искусственный интеллект в подготовке волейболистов

Гибридные технологии открывают новые возможности для тренерской работы. Платформы на основе машинного обучения (например, VolleyMetrics, DataVolley) автоматически обрабатывают видеозаписи матчей и тренировок, выделяя ключевые эпизоды: эффективность атак в зонах, успешность блока против конкретных связок, зоны подачи с наибольшим процентом выигрыша очка [4]. Для юных волейболистов такие системы позволяют индивидуализировать подготовку: алгоритмы генерируют рекомендации по коррекции техники на основе сравнения движений спортсмена с эталонными моделями профессиональных игроков.

Искусственный интеллект также используется для прогнозирования тактических схем соперника. Нейросетевые модели, обученные на тысячах матчей, способны с точностью до 70–80 % предсказать направление атаки или выбор зоны подачи в зависимости от текущей расстановки [8]. Это дает командам тактическое преимущество и требует развития когнитивных навыков у спортсменов – способности быстро адаптироваться к меняющимся условиям игры.

Снижение травматизма и контроль нагрузки

Волейбол характеризуется высоким уровнем травматизма, связанным с прыжками, резкими сменами направления движения и контактными действиями у сетки. Гибридные системы, объединяющие данные трекеров (высота прыжка, нагрузка на суставы) и видеозапись, позволяют тренерам и врачам отслеживать кумулятивную нагрузку на каждого игрока [2]. При превышении пороговых значений (например, более 40 прыжков высокой интенсивности за матч) система выдает предупреждение, что помогает предотвратить перетренированность и снизить риск травм коленных и голеностопных суставов на 20–25 % [7].

Зрительский опыт и медиа

Гибридные технологии меняют не только спорт, но и его восприятие зрителями. Интеграция данных трекинга в телетрансляции позволяет показывать визуализацию траектории мяча, зоны покрытия блока, «тепловые карты» активности игроков. Интерактивные графики и 3D-анимации спорных моментов повышают вовлеченность аудитории и служат дополнительным источником дохода для лиг и вещателей. По данным исследований, трансляции волейбольных матчей с элементами дополненной реальности и гибридной аналитики привлекают на 15–20 % больше молодых зрителей в возрасте 18–25 лет по сравнению с традиционным форматом [5].

Практические примеры и перспективы внедрения в России

В российской практике гибридные технологии пока внедряются фрагментарно. Система Hawk-Eye используется в матчах Суперлиги и Кубка России, но лишь на центральных площадках. Системы трекинга игроков (например, российская разработка «СпортАналитика») проходят апробацию в молодежных командах и ДЮСШ [3]. Перспективным направлением является создание доступных гибридных решений для любительского и детско-юношеского волейбола: упрощенные системы видеоповтора на базе планшетов и алгоритмов компьютерного зрения, а также мобильные приложения для тактического анализа с использованием нейросетей на смартфоне [1].

Заключение

Гибридные технологии, объединяющие видеоповтор, электронный трекинг, анализ больших данных и искусственный интеллект, выводят современный волейбол на новый уровень. Они решают три ключевые задачи: повышают объективность судейства (снижение ошибок на 40–45 %), углубляют аналитическую составляющую подготовки спортсменов (индивидуализация тренировок, прогнозирование действий соперника) и улучшают зрительский опыт. При этом гибридный подход сохраняет за человеком (арбитром, тренером, спортсменом) право финального решения, используя технологии как мощный вспомогательный инструмент. Дальнейшее развитие гибридных систем в волейболе связано с удешевлением оборудования, распространением технологий компьютерного зрения и искусственного интеллекта в массовый спорт, а также с созданием единых стандартов сбора и обработки данных.

Литература

1. Воронов А.В. Системы видеоповтора в игровых видах спорта: опыт и перспективы // Вестник спортивной науки. – 2025. – № 2. – С. 45–51.
2. Григорьев Д.С. Трекинг игроков в командных видах спорта: технологии и применение / Д.С. Григорьев, Е.А. Михайлова // Физическая культура и спорт. – 2025. – № 4. – С. 33–39.
3. Захаров И.С. Цифровая трансформация волейбола: обзор российских практик // Спорт и наука. – 2026. – № 1. – С. 56–62.
4. Кузнецов А.А. Анализ больших данных в подготовке волейболистов // Международный журнал спортивной науки. – 2025. – № 3. – С. 88–94.
5. Лебедев М.Н. Hawk-Eye в волейболе: эволюция и эффективность // Спортивная медицина и технологии. – 2025. – № 5. – С. 67–73.
6. Международная федерация волейбола (FIVB). Отчет о применении системы видеоповтора на турнирах 2018–2024 гг. – Лозанна : FIVB, 2025. – 45 с.
7. Новикова Т.А. Профилактика травматизма в волейболе с использованием систем мониторинга нагрузки // Психология и физиология спорта. – 2025. – № 4. – С. 102–108.
8. Chen Y. Machine Learning for Tactical Prediction in Elite Volleyball / Y. Chen, L. Wang, M. Schmidt // Journal of Sports Analytics. – 2025. – Vol. 11(3). – P. 245–258.

References

1. Voronov A.V. Video replay systems in team sports: experience and prospects // Bulletin of sports science. – 2025. – № 2. – P. 45–51.
2. Grigoriev D.S. Player tracking in team sports: technologies and applications / D.S. Grigoriev, E.A. Mikhailova // Physical education and sport. – 2025. – № 4. – P. 33–39.
3. Zakharov I.S. Digital transformation of volleyball: a review of Russian practices // Sport and science. – 2026. – № 1. – P. 56–62.
4. Kuznetsov A.A. Big data analysis in volleyball players' training // International journal of sports science. – 2025. – № 3. – P. 88–94.
5. Lebedev M.N. Hawk-Eye in volleyball: evolution and effectiveness // Sports medicine and technology. – 2025. – № 5. – P. 67–73.
6. International Volleyball Federation (FIVB). Report on the application of the video replay system at tournaments 2018–2024. – Lausanne : FIVB, 2025. – 45 p.
7. Novikova T.A. Injury prevention in volleyball using load monitoring systems // Psychology and physiology of sport. – 2025. – № 4. – P. 102–108.
8. Chen Y. Machine Learning for Tactical Prediction in Elite Volleyball / Y. Chen, L. Wang, M. Schmidt // Journal of Sports Analytics. – 2025. – Vol. 11(3). – P. 245–258.

УДК 612.017

ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ МЫШЦ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СИЛОВЫХ УПРАЖНЕНИЙ: СВЯЗЬ МЕЖДУ МЫШЕЧНЫМИ ВОЛОКНАМИ, ТЕХНИКОЙ И ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ

♦♦♦♦♦

MUSCLE ENERGY CONSUMPTION DURING POWER EXERCISES: CONNECTION BETWEEN MUSCLE FILAMENTS, TECHNIQUE, AND EFFICIENCY

Питкин Виктор Александрович
старший преподаватель
кафедры физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
irvik25@mail.ru

Ниязов Кирилл Алексеевич
студент группы 24-НБ-НД1,
факультет нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
kitill.niyazov4@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются фундаментальные процессы энергопотребления скелетных мышц в условиях силовых тренировок. Анализируется влияние характеристик различных типов мышечных волокон на метаболические затраты организма. Особое внимание уделяется тому, как биомеханически правильная техника выполнения упражнений помогает оптимизировать расход энергии, минимизировать работу нецелевых мышц и повысить общую результативность тренировочного процесса.

Ключевые слова: энергопотребление мышц, силовые упражнения, АТФ, креатинфосфат, быстрые мышечные волокна, медленные мышечные волокна, биомеханика движений, техника упражнений, мышечная эффективность.

Pitkin Victor Alexandrovich
Senior Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
irvik25@mail.ru

Niyazov Kirill Alekseevich
Student of group 24-NB-ND1,
Faculty of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
mail: kitill.niyazov4@mail.ru

Annotation. The article discusses the fundamental processes of energy consumption of skeletal muscles in conditions of strength training. The influence of the characteristics of different types of muscle fibers on the metabolic costs of the body is analyzed. Special attention is paid to how biomechanically correct exercise technique helps to optimize energy consumption, minimize the work of non-target muscles and increase the overall effectiveness of the training process.

Keywords: muscle energy consumption, strength training, ATP, creatine phosphate, fast muscle fibers, slow muscle fibers, biomechanics of movement.

Основы энергопотребления мышц. Каждое мышечное сокращение в нашем теле происходит за счет расщепления универсального источника энергии – молекулы АТФ (аденозинтрифосфата). Поскольку запасы АТФ в самой мышце крайне малы (их хватает лишь на 1–2 секунды работы), организм должен постоянно их восполнять.[1]

При выполнении силовых упражнений, которые характеризуются высокой интенсивностью и кратковременностью, организм использует преимущественно анаэробные (бескислородные) системы энергообеспечения: – Креатинфосфатная (алактатная) система: Включается мгновенно и обеспечивает мышцы энергией для максимальных усилий длительностью от 5 до 12 секунд. Это основной источник энергии при выполнении подходов на 1–5 повторений с тяжелым весом. – Гликолитическая (лактатная) система: Вступает в активную фазу, когда подход длится от 15–20 секунд до 2 минут (стандартный подход на 8–15 повторений). Энергия добывается путем расщепления мышечного гликогена, побочным продуктом чего является накопление ионов водорода и молочной кислоты (лактата), вызывающих ощущение жжения в мышцах.

Типы мышечных волокон и их роль в силовых упражнениях. Мышцы человека неоднородны и состоят из различных типов волокон, каждый из которых имеет свой метаболический профиль.

Многосокращающиеся (медленные, тип I): Эти волокна полагаются на аэробную систему энергообеспечения (с участием кислорода). Они слабее, но обладают колоссальной выносливостью. В тяжелых силовых упражнениях они играют вспомогательную роль: поддерживают правильную осанку, обеспечивают стабилизацию суставов и помогают организму восстанавливаться между подходами [2].

Быстросокращающиеся (быстрые, тип II): Именно они являются главными «двигателями» в силовом спорте. Делятся на две подгруппы:

Тип IIa (переходные): Могут использовать как аэробный, так и анаэробный гликолиз. Отвечают за силовую выносливость и мышечную гипертрофию в средних диапазонах повторений.

Тип IIx (истинно быстрые): Генерируют максимальную взрывную силу на доли секунды, расходуя колоссальное количество АТФ и креатинфосфата. Они быстро утомляются, поэтому используются только при перемещении субмаксимальных и максимальных весов.

Взаимосвязь техники и энергопотребления. Эффективность силовой тренировки зависит не только от запасов энергии, но и от того, насколько рационально эта энергия расходуется. Техника выполнения упражнений играет в этом ключевую роль:

Оптимизация траектории (биомеханическая экономичность): Правильная техника обеспечивает движение снаряда по самой короткой и безопасной траектории. При искажении техники (например, кривая траектория штанги) включаются дополнительные мышцы–стабилизаторы, которые тратят драгоценную энергию (АТФ) на удержание баланса, отбирая ресурсы у целевых мышечных волокон [3].

Изоляция целевой мышечной группы: Выполнение упражнений с раскачиванием корпуса (читингом) распределяет нагрузку по всему телу. Энергопотребление организма в целом возрастает, однако целевые быстрые мышечные волокна получают меньше стимула к росту и адаптации, что снижает эффективность самого упражнения.

Устранение мышечного антагонизма: При отточенной технике центральная нервная система (ЦНС) учится расслаблять мышцы-антагонисты (те, что выполняют противоположное действие) в момент сокращения рабочих мышц. Если техника не поставлена, антагонисты сопротивляются движению, что приводит к значительным бессмысленным энергозатратам и быстрому утомлению.

Правильная техника позволяет «направить» максимум выработанной химической энергии в механическую работу именно тех мышечных волокон, которые спортсмен планирует развить.

Эффективность тренировки и экономия энергии.

Регулярные физические упражнения оказывают положительное воздействие на различные системы организма, способствуя улучшению общего состояния здоровья и повышению качества жизни [4].

Они зависят от баланса между различными типами мышечных волокон и от точности техники. Быстрые волокна (IIx/IIa) обеспечивают мощность, но требуют больше энергии, тогда как медленные волокна (I) работают экономично и устойчивы к усталости. Правильная техника минимизирует энергетические потери и перерасход кислорода, позволяя мышцам работать эффективнее в заданном диапазоне повторений. Упражнения с высоким нейромышечным возбуждением улучшают согласованность движений, что снижает затраты энергии на каждое повторение. Прогрессивная перегрузка корректирует энергетический профиль тренировки, поддерживая баланс между силой и экономией энергии. Включение периодизации силовых упражнений способствует адаптации волокон и снижает общий расход энергии на длительных подходах [5]. Контроль скорости движения и диапазона амплитуд влияет на выбор волокон: более медленная техника активирует устойчивые волокна, сохраняя энергию и обеспечивая устойчивую работоспособность. В итоге оптимальная комбинация техники, частоты и объема тренировки повышает экономию энергии при выполнении мышечных усилий и улучшает общую эффективность.

Литература

1. Уилмор Дж.Х. Физиология спорта и двигательной активности / Дж.Х. Уилмор, Д.Л. Костилл. – К. : Олимпийская литература, 2001.
2. Мак-Ардл У.Д. Физиология упражнений. Энергия, питание и деятельность человека / У.Д. Мак-Ардл, Ф.И. Катч, В.Л. Катч. – СПб., 2007.
3. Зациорский В.М. Наука и практика силовой тренировки / В.М. Зациорский, У.Д. Краемер. – М. : Информационно-издательское агентство, 2015.
4. Трипкош Д.А. Физические упражнения и их влияние на организм человека / Д.А. Трипкош, В.А. Питкин // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 2. – С. 449–451.
5. Бомпа Т. Периодизация спортивной тренировки / Т. Бомпа, К. Буццичелли. – М. : Спорт, 2016.

References

1. Wilmore J.H. Physiology of Sport and Exercise / J.H. Wilmore, D.L. Costill. – K. : Olympic Literature, 2001.
2. McArdle W.D. Exercise Physiology. Energy, Nutrition, and Human Performance / W.D. McArdle, F.I. Katz, V.L. Katz. SPb., 2007.
3. Zatsiorsky V.M. Science and Practice of Strength Training / V.M. Zatsiorsky, W.D. Kraemer. – M. : Information and Publishing Agency, 2015.
4. Tripkosh D.A. Physical exercises and their impact on the human body / D.A. Tripkosh, V.A. Pitkin // Science. Technology. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2025. – № 2. – P. 449–451.
5. Bompa T. Periodization of Sports Training / T. Bompa, C. Buzzichelli. – M. : Sport, 2016.

УДК 575.1

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТЬ К РАЗЛИЧНЫМ ВИДАМ СПОРТА

♦♦♦♦♦

GENETIC PREDISPOSITION TO VARIOUS SPORTS

Питкин Виктор Александрович
старший преподаватель
кафедры физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
irvik25@mail.ru

Панюта Кирилл Сергеевич
студент группы 24-НБ-НД1,
факультет Нефтегаза и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
Kirill.panyuta19@gmail.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние генетической предрасположенности на развитие физических качеств и выбор вида спорта. Анализируются основные гены, связанные с силой, скоростью и выносливостью, а также их роль в формировании спортивного потенциала. Особое внимание уделяется взаимодействию наследственных факторов и тренировочного процесса. Отмечаются ограничения и этические аспекты использования генетического тестирования в спорте.

Ключевые слова: генетическая предрасположенность, спортивная генетика, физические качества, выносливость, сила, спортивная специализация, ген ACTN3, тренировочный процесс.

Pitkin Victor Alexandrovich
Senior Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
irvik25@mail.ru

Panyuta Kirill Sergeevich
Student of the 24-NB-ND1 group,
Faculty of Oil and Gas and Energy,
Kuban State Technological University
Kirill.panyuta19@gmail.com

Annotation. This article examines the influence of genetic predisposition on the development of physical qualities and the choice of sport. It analyzes the key genes associated with strength, speed, and endurance, as well as their role in shaping athletic potential. Particular attention is paid to the interaction between hereditary factors and training. The limitations and ethical aspects of using genetic testing in sports are highlighted.

Keywords: genetic predisposition, sports genetics, physical qualities, endurance, strength, sports specialization, ACTN3 gene, training process.

Введение

Современный спорт высших достижений представляет собой сложную многоуровневую систему, в которой итоговый результат определяется взаимодействием биологических, психологических и социальных факторов. В условиях глобализации спорта, роста конкуренции и внедрения высоких технологий особую актуальность приобретает изучение врождённых особенностей организма спортсмена. Одним из ключевых направлений в данной области является исследование генетической предрасположенности к различным видам физической активности.

Развитие молекулярной биологии, генетики и биоинформатики позволило значительно углубить представления о механизмах формирования физических качеств человека. Установлено, что такие характеристики, как сила, выносливость, быстрота, координация движений и способность к восстановлению, имеют выраженную наследственную компоненту. Это обусловливает необходимость пересмотра традиционных подходов к спортивной подготовке и перехода к более персонализированным моделям тренировочного процесса.

Основы генетической предрасположенности

Генетическая предрасположенность представляет собой совокупность наследственных факторов, определяющих индивидуальные особенности организма. Геном человека содержит информацию, которая регулирует развитие тканей, функционирование органов и адаптацию к внешним воздействиям.

Одним из ключевых элементов, влияющих на спортивные способности, является структура мышечной ткани. Мышечные волокна делятся на медленные (тип I) и быстрые (тип II). Медленные волокна отличаются высокой устойчивостью к утомлению

и эффективно используют кислород, что делает их важными для длительных нагрузок. Быстрые волокна, напротив, обеспечивают высокую мощность и скорость сокращения, однако быстрее утомляются. Соотношение этих типов волокон в организме во многом определяется генетически и является важным фактором спортивной специализации.

Среди генов, оказывающих значительное влияние на физическую работоспособность, особое место занимает ACTN3. Он кодирует белок, участвующий в работе быстрых мышечных волокон. Наличие определённых вариантов этого гена чаще встречается у спортсменов, занимающихся скоростно-силовыми дисциплинами. Ген ACE связан с регуляцией сосудистого тонуса и эффективностью работы сердечно-сосудистой системы, что делает его важным для развития выносливости [3].

Кроме того, существуют гены, влияющие на обмен веществ, уровень кислородного обеспечения тканей, гормональный баланс и процессы восстановления. Например, генетические вариации могут определять скорость синтеза белка, интенсивность энергетического обмена и устойчивость к стрессу. Все эти факторы в совокупности формируют индивидуальные возможности организма и его реакцию на физическую нагрузку.

Влияние генетики на различные виды спорта

В силовых и скоростных дисциплинах, таких как тяжёлая атлетика, пауэрлифтинг и бег на короткие дистанции, ключевое значение имеют показатели мышечной силы и мощности. Генетически обусловленное преобладание быстрых мышечных волокон, высокая активность анаэробных ферментов и способность к быстрому восстановлению энергетических ресурсов обеспечивают значительное преимущество. Кроме того, важную роль играет структура нервной системы, определяющая скорость передачи импульсов и координацию движений [2].

В видах спорта на выносливость, включая марафонский бег, триатлон, лыжные гонки и велоспорт, основное значение имеют аэробные возможности организма. Генетические особенности, способствующие высокой эффективности сердечно-сосудистой и дыхательной систем, позволяют спортсменам длительное время поддерживать физическую активность. К таким особенностям относятся высокий уровень максимального потребления кислорода, развитая капиллярная сеть и эффективное использование энергетических ресурсов.

Игровые и командные виды спорта требуют комплексного развития различных качеств. Помимо физических характеристик, важную роль играют когнитивные способности, такие как скорость принятия решений, пространственное мышление и способность к анализу ситуации. Генетическая предрасположенность в данном случае проявляется в виде сложного сочетания различных факторов, обеспечивающих универсальность спортсмена.

Отдельно следует отметить технически сложные виды спорта, такие как гимнастика, фигурное катание или прыжки в воду. Здесь важны не только сила и выносливость, но и гибкость, чувство равновесия и координация движений. Эти качества также имеют генетическую основу, связанную с особенностями строения опорно-двигательного аппарата и нервной системы.

Взаимодействие генетики и тренировочного процесса

Несмотря на важность наследственных факторов, они реализуются только при наличии соответствующих условий. Тренировочный процесс является основным инструментом развития и совершенствования физических качеств.

Физические нагрузки вызывают адаптационные изменения в организме, затрагивающие мышечную, сердечно-сосудистую и нервную системы. Регулярные тренировки способствуют увеличению мышечной массы, улучшению работы сердца и повышению эффективности обмена веществ. При этом характер и степень этих изменений во многом зависят от генетических особенностей человека.

Современные исследования показывают, что разные люди по-разному реагируют на одинаковые тренировочные нагрузки. У одних наблюдается значительный прогресс, тогда как у других результаты оказываются менее выраженными. Это связано с различиями в генетическом профиле, который определяет способность организма к адаптации.

Индивидуализация тренировочного процесса становится важнейшим направлением развития спортивной науки. Использование генетической информации позволяет более точно подбирать тренировочные программы, оптимизировать нагрузку и учитывать особенности восстановления. Это способствует повышению эффективности подготовки и снижению риска травм.

Практическое применение генетических данных в спорте

В последние годы генетические исследования находят всё более широкое применение в спортивной практике. Одним из основных направлений является использование генетического тестирования для определения предрасположенности к различным видам спорта.

Такие тесты позволяют выявить сильные и слабые стороны организма, что может быть полезно при выборе спортивной специализации. Например, наличие генетических маркеров, связанных с выносливостью, может свидетельствовать о перспективности в циклических видах спорта.

Генетическая информация используется для оптимизации тренировочного процесса. Она позволяет учитывать индивидуальные особенности спортсмена при планировании нагрузки, выборе методов тренировки и организации восстановления. Это особенно важно в условиях интенсивной подготовки и высоких требований к результатам [1].

Выделены основные направления возможных изменений в образовательной среде для студентов с разным типом биологического ритма, а также выделены наиболее не подходящие для классического режима обучения биоритмы [5].

Ещё одним направлением является профилактика травматизма. Генетические исследования позволяют выявлять предрасположенность к повреждениям связок, суставов и мышц, что даёт возможность заранее принимать меры по снижению риска травм.

Ограничения и этические аспекты

Несмотря на высокий потенциал спортивной генетики, её практическое применение сталкивается с рядом трудностей. Генетическая информация не даёт возможности точно предсказать спортивные успехи, поскольку результат зависит от множества факторов – мотивации, качества тренировочного процесса, поддержки со стороны окружения и других условий.

Особую озабоченность вызывает этическая составляющая. Применение генетического анализа у детей может ограничить их свободу выбора и породить давление со стороны взрослых – родителей и тренеров. Ребёнок может быть направлен в тот или иной вид спорта не по личному решению, а на основе генетических данных, что ведёт к принуждению к определённому пути.

Также возникает угроза дискриминации. Спортсмены с менее благоприятными генетическими маркерами могут быть отстранены от подготовки, несмотря на волевые усилия и скрытый потенциал. Такой подход противоречит принципам равенства возможностей и справедливости в спорте.

Отдельную дискуссию порождает использование генной модификации для повышения спортивных показателей. Подобные вмешательства нарушают нормы честной конкуренции и несут угрозу для здоровья атлетов [4].

Поэтому развитие спортивной генетики должно сопровождаться жёстким соблюдением этических стандартов и действующих законодательных норм.

Заключение

Физические данные и спортивный потенциал человека во многом определяются его генетическим кодом, который диктует выбор специализации, характер адаптации к нагрузкам и предельные достижения. Однако гены – не единственный ключ к победе: не менее критичны регулярные тренировки, внешние условия и психологические особенности атлета. Лишь синтез всех этих элементов дает возможность выдающихся результатов. Будущее спортивной генетики лежит в плоскости углубления науки, цифровизации и совершенствования аналитических методик, что откроет путь к созданию персонализированных программ подготовки, сочетающих рекордные показатели с сохранением здоровья. Исследования постоянно сообщают о пользе физической актив-

ности для когнитивных функций. Упражнение улучшают функции мозга за счет увеличения кровотока, усвоения белков и общего состояния здоровья инфраструктуры головного мозга [6]. В перспективе главной задачей останется нахождение равновесия между применением генетических данных и этическими нормами, обеспечивающее гармоничное внедрение научных открытий в реальный спорт.

Литература

1. Бушар К. Генетика физической работоспособности и спортивной деятельности / К. Бушар, Р.М. Малина, Л. Перюсс. – Шампейн : Human Kinetics, 1997.
2. Карта генов человека, связанных с физической работоспособностью и показателями здоровья / М.С. Брей [и др.] // Медицина и наука в спорте и физических упражнениях (Medicine & Science in Sports & Exercise). – 2009.
3. Связь спортивных достижений с генетическими полиморфизмами ACE и ACTN3: систематический обзор и метаанализ. PLoS ONE / Ф. Ма [и др.]. – 2013.
4. Ахметов И.И. Современные достижения в области спортивной геномики. Достижения клинической химии / И.И. Ахметов, О.Н. Федотовская. – 2015.
5. Еременко В.Н. Влияние на работоспособность периодичности ритмических процессов студентов / В.Н. Еременко, О.В. Синько, В.А. Питкин // Культура физическая и здоровье. – 2022. – № 1(81). – С. 146–149.
6. Питкин В.А. Влияние физической активности на образовательные способности студентов / В.А. Питкин, Г.Е. Калайчиев // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2022. – № 1. – С. 246–248.

References

1. Bouchard C. Genetics of Fitness and Physical Performance / C. Bouchard, R.M. Malina, L. Pérusse. – Champaign : Human Kinetics, 1997.
2. The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes / M.S. Bray [et al.] // Medicine & Science in Sports & Exercise. – 2009.
3. The association of sport performance with ACE and ACTN3 genetic polymorphisms: a systematic review and meta-analysis. PLoS ONE / F. Ma [et al.]. – 2013.
4. Ahmetov I.I. Current progress in sports genomics. Advances in Clinical Chemistry / I.I. Ahmetov, O.N. Fedotovskaya. – 2015.
5. Eremenko V.N. The Impact of the Periodicity of Rhythmic Processes in Students on Performance / V.N. Eremenko, O.V. Sin'ko, V.A. Pitkin // Physical Culture and Health. – 2022. – № 1(81). – P. 146–149.
6. Pitkin V.A. The Impact of Physical Activity on Students' Educational Abilities / V.A. Pitkin, G.E. Kalaychiev // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2022. – № 1. – P. 246–248.

УДК 796.093:004

КИБЕРСПОРТ. НАУЧНЫЙ ПОДХОД
♦♦♦♦♦
ESPORTS. A SCIENTIFIC APPROACH

Питкин Виктор Александрович
старший преподаватель
кафедры физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
irvik25@mail.ru

Славин Алексей Сергеевич
студент группы 24-НБ-НД1,
факультет нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
matx123456785@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается вопрос о признании киберспорта видом спорта с научной точки зрения. Анализируются критерии спорта и их сопоставление с особенностями киберспорта, включая физиологические и когнитивные аспекты, а также тренировочный процесс. Рассматриваются ПК-киберспорт и симрейсинг. Приводятся аргументы «за» и «против», а также личный опыт автора. Делается вывод о том, что киберспорт можно считать самостоятельным направлением спорта в цифровую эпоху.

Ключевые слова: киберспорт, спорт, когнитивные способности, физиологическая нагрузка, реакция, тренировочный процесс, симрейсинг, компьютерные игры, профессиональный спорт, цифровые технологии.

Pitkin Victor Alexandrovich
Senior Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
irvik25@mail.ru

Slavin Alexey Sergeevich
Student of group 24-NB-ND1,
Faculty of oil, gas and energy,
Kuban State Technological University
matx123456785@mail.ru

Annotation. The article examines whether esports can be considered a form of sport from a scientific perspective. It analyzes the criteria of sport and compares them with the characteristics of esports, including physiological and cognitive aspects, as well as the training process. The study also considers PC esports and sim racing. Arguments for and against recognizing esports as a sport are presented, along with the author's personal experience. It is concluded that esports can be regarded as an independent form of sport in the digital age.

Keywords: esports, sport, cognitive abilities, physiological load, reaction, training process, sim racing, video games, professional sport, digital technologies.

Введение

В последние годы киберспорт стал значимой частью современной культуры и экономики: крупные турниры собирают миллионы зрителей, а призовые фонды сопоставимы с традиционными видами спорта. Развитие технологий и индустрии видеоигр способствовало его становлению как самостоятельного явления, сочетающего соревнование, подготовку и зрелищность.

Одновременно растёт интерес к его изучению с точки зрения физиологии, психологии и социологии. В научной среде нет единого мнения: одни указывают на низкую физическую активность, другие – на высокую когнитивную и стрессовую нагрузку.

Актуальность темы усиливается обсуждением официального признания киберспорта и его возможного включения в крупные международные соревнования, что поднимает вопрос о границах между игрой и спортом.

Цель статьи – проанализировать киберспорт с научной точки зрения, сравнить его с традиционными видами спорта, а также рассмотреть ПК-киберспорт, симрейсинг и личный опыт автора.

Что такое спорт. Согласно научным подходам, спорт включает физическую активность, соревновательность и систему подготовки. Дж. Коакли определяет его как «институционализированную соревновательную деятельность [1], подчеркивая роль правил и организации.

Спорт также рассматривается как социальное явление, объединяющее физические, психологические и культурные аспекты, направленное на развитие навыков и достижение результатов в соревнованиях.

К основным критериям спорта относятся:

- наличие физической или психофизиологической нагрузки;
- соревновательный характер;
- система правил;
- тренировочный процесс;
- институционализация (федерации, лиги).

Современные исследования расширяют понятие спорта, включая виды деятельности, где важны когнитивные способности и реакция (например, шахматы, автоспорт). Это показывает, что спорт – динамичное понятие, что и делает возможной дискуссию о признании киберспорта.

Киберспорт: Киберспорт – это профессиональная соревновательная деятельность в видеоиграх, требующая высокой реакции, стратегического мышления и командной работы. Он отличается наличием правил, судейства и официальных турниров, что сближает его с традиционными видами спорта.

Он включает различные дисциплины (шутеры, стратегии, MOBA, симуляторы), требующие как точных действий, так и быстрого анализа ситуации. С научной точки зрения киберспорт сочетает моторные и когнитивные процессы.

Важную роль играет тренировочный процесс: развитие индивидуальных навыков, командная работа и анализ игр. Киберспорт рассматривается как глобаольное медийное явление [2].

Таким образом, киберспорт – это комплексное явление, объединяющее спорт, технологии и культуру.

Физиологические аспекты. Исследования показывают, что у игроков частота сердечных сокращений повышается до 160–180 ударов в минуту [3], что свидетельствует о значительном физиологическом напряжении. Также фиксируется рост уровня кортизола, указывающий на стрессовую нагрузку.

Хотя киберспорт не связан с интенсивной работой крупных мышц, он требует развитой мелкой моторики, точности движений и зрительно-моторной координации. Длительное пребывание в статичной позе также влияет на организм.

При этом многие профессиональные игроки включают физические упражнения в тренировочный процесс. Изменения, которые возникают при повышенных нагрузках во время занятий, положительно сказываются на большинстве функциональных резервов организма [5]. Таким образом, нагрузка в киберспорте носит комплексный характер, сочетая стрессовые, сенсомоторные и частично физические элементы.

Когнитивные способности. Игроки принимают решения за доли секунды. Исследование показало, что видеоигры улучшают внимание и скорость обработки информации [4]. В частности, у игроков развивается способность быстро переключаться между задачами, отслеживать множество объектов одновременно и эффективно фильтровать визуальную информацию.

Киберспорт требует высокой когнитивной гибкости – способности быстро адаптироваться к меняющимся условиям. Игрок должен мгновенно оценивать ситуацию, прогнозировать действия соперника и принимать решения, задействуя память и пространственное мышление.

Исследования показывают, что у опытных игроков улучшается реакция и сокращается время принятия решений, что часто становится решающим фактором победы. Таким образом, киберспорт основан прежде всего на когнитивных и психофизиологических процессах.

Тренировочный процесс. Профессиональные игроки тренируются ежедневно по 6–10 часов, сочетая анализ игр, работу с тренерами и психологами. Подготовка включает индивидуальные навыки (точность, реакция, координация) и командные тренировки (стратегии и взаимодействие).

Важную роль играет разбор матчей, работа над ошибками и психологическая подготовка. Как и в традиционном спорте, большое значение имеют режим, сон и общее физическое состояние, напрямую влияющие на результат.

Личный опыт автора. Автор частично связывался с киберспортом. Активно играет в Counter-Strike 2. Раньше это была просто игра, то со временем захотелось

большего. Начал тренировать стрельбу, изучать механики, смотреть обучающие материалы.

Заметил, что результаты напрямую зависят от регулярности тренировок, самочувствия и настроения. Это полностью аналогично традиционному спорту: без систематической подготовки уровень быстро снижается. Несмотря на отсутствие профессионального уровня, все же почувствовал эту связь.

Киберспорт на ПК. ПК-киберспорт требует высокой точности движений и координации. Управление с помощью клавиатуры и мыши предъявляет требования к мелкой моторике, скорости реакции и синхронизации действий рук и глаз, обеспечивая более высокий уровень точности по сравнению с консолями.

Важную роль играет «механический скилл» – точность, скорость и стабильность действий, которые формируются в результате длительных тренировок и быстро ухудшаются без практики.

Также значение имеет техническое оснащение: производительность ПК, частота обновления экрана и качество периферии. Однако даже при равных условиях решающим фактором остаются навыки игрока.

Симрейсинг. Симрейсинг использует технологии, максимально приближенные к реальному вождению. Исследования показывают высокую степень реализма современных симуляторов, которые способны точно воспроизводить физику движения автомобиля, поведение шин, особенности трассы и влияние внешних факторов.

Игроки используют специализированное оборудование: рули с обратной связью (force feedback), педали, а иногда и полноценные кокпиты с креслами и системами виртуальной реальности. Это позволяет не только визуально, но и физически ощущать процесс управления автомобилем.

Симрейсинг особенно интересен с точки зрения сравнения с традиционным спортом, так как он максимально приближен к автоспорту. Известны случаи, когда успешные симрейсеры переходили в реальный автоспорт, что подтверждает практическую ценность приобретённых навыков. Таким образом, данное направление киберспорта является одним из наиболее убедительных аргументов в пользу признания киберспорта как полноценной спортивной деятельности.

Аргументы. Рассматривая киберспорт в контексте его отнесения к спорту, можно выделить ряд аргументов «за» и «против».

К аргументам в пользу признания киберспорта спортом относятся:

- высокая когнитивная и психофизиологическая нагрузка, сопоставимая с нагрузкой в некоторых традиционных видах спорта;
- наличие систематического тренировочного процесса, требующего дисциплины и регулярности;
- выраженный соревновательный характер, наличие турниров, лиг и профессиональных команд;
- развитие специфических навыков, включая реакцию, координацию и стратегическое мышление.

В то же время существуют аргументы против:

- относительно низкий уровень физической активности по сравнению с классическими видами спорта;
- зависимость от технических средств и оборудования;
- отсутствие универсального признания со стороны всех спортивных организаций.

Таким образом, дискуссия о статусе киберспорта во многом зависит от того, какие критерии считать определяющими для понятия «спорт».

Заключение. С учетом рассмотренных факторов и личного опыта можно сделать вывод, что киберспорт является особой формой спортивной деятельности. Он отличается от традиционных видов спорта характером нагрузки, ориентированной на когнитивные и психофизиологические процессы, но при этом сохраняет ключевые признаки спорта: соревновательность, систему подготовки и необходимость постоянного совершенствования.

Личный опыт подтверждает, что успех в киберспорте напрямую зависит от регулярности тренировок, концентрации и общего состояния игрока. При отсутствии систематической практики уровень быстро снижается, тогда как целенаправленные тренировки дают заметный прогресс.

С учетом масштабов индустрии, профессионализации и наличия международных турниров с крупными призовыми фондами можно утверждать, что киберспорт уже выполняет функции, аналогичные традиционным видам спорта, и может рассматриваться как самостоятельное направление в условиях цифровой эпохи.

Литература

1. Coakley J. Sports in Society: Issues and Controversies (Спорт в обществе: проблемы и противоречия). New-York : McGraw-Hill Education. – 2015. – 640 p.
2. Managing the health of the eSport athlete: an integrated health management model. BMJ Open Sport & Exercise Medicine / J. DiFrancisco-Donoghue [et al.]. – 2019. – Vol. 5. – № 1. – e000467 p.
3. Green C.S. Action video game modifies visual selective attention / C.S. Green, D. Bavelier // Nature. – 2003. – Vol. 423. – P. 534–537.
4. Hamari J. What is eSports and why do people watch it? / J. Hamari, M. Sjöblom // Internet Research. – 2017. – Vol. 27. – № 2. – P. 211–232.
5. Черемных Н.А. Влияние физической культуры на эффективность учебной деятельности студентов / Н.А. Черемных, В.А. Питкин // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 2. – С. 430–432.

References

1. Coakley J. Sports in Society: Issues and Controversies (Спорт в обществе: проблемы и противоречия). New-York : McGraw-Hill Education. – 2015. – 640 p.
2. Managing the health of the eSport athlete: an integrated health management model. BMJ Open Sport & Exercise Medicine / J. DiFrancisco-Donoghue [et al.]. – 2019. – Vol. 5. – № 1. – e000467 p.
3. Green C.S. Action video game modifies visual selective attention / C.S. Green, D. Bavelier // Nature. – 2003. – Vol. 423. – P. 534–537.
4. Hamari J. What is eSports and why do people watch it? / J. Hamari, M. Sjöblom // Internet Research. – 2017. – Vol. 27. – № 2. – P. 211–232.
5. Cheremnykh N.A. The influence of physical education on the effectiveness of students' educational activities / N.A. Cheremnykh, V.A. Pitkin // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 2. – P. 430–432.

УДК 796.01:613.2

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ОБЗОР: НУТРИТИВНАЯ ПОДДЕРЖКА В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ И ЛЮБИТЕЛЬСКОМ СПОРТЕ

♦♦♦♦♦

SCIENTIFIC AND PRACTICAL REVIEW: NUTRITIONAL SUPPORT IN PROFESSIONAL AND AMATEUR SPORTS

Рябов Давид Александрович
студент факультета биотехнологии
и пищевого производства,
Кубанский государственный технологический университет
d_ryabov07@bk.ru

Матвеев Валентин Сергеевич
кандидат педагогических наук,
доцент кафедры физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В данной статье приводится комплексный анализ роли и значения специализированных продуктов спортивного питания в системе подготовки атлетов. Рассматриваются современные методики применения эргогенических средств, направленных на повышение физической работоспособности, интенсификацию процессов восстановления после нагрузок и предотвращение развития синдрома перетренированности. Опираясь на актуальные сведения из области спортивной биохимии, авторы классифицируют ключевые группы нутрицевтиков (включая восстановительные комплексы, энергетики и изотонические растворы) и детализируют механизмы их воздействия на организм в условиях тяжелых физических нагрузок. Сформулированы прикладные рекомендации по интеграции элементов нутритивной поддержки в структуру тренировочного процесса.

Ключевые слова: спортивная нутрициология, эргогеники, регенерация, работоспособность, АТФ, микронутриенты, спорт профессионалов, анаболизм.

Ryabov David Aleksandrovich
Student of the Faculty of Biotechnology and Food Production,
Kuban State Technological University
d_ryabov07@bk.ru

Matveyev Valentin Sergeevich
Candidate of Pedagogical Sciences,
Associate Professor of the Department of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University

Annotation. This article provides a comprehensive analysis of the role and significance of specialized sports nutrition products in the system of athletic training. It examines modern methodologies for utilizing ergogenic aids aimed at enhancing physical performance, intensifying post-exercise recovery processes, and preventing the development of overtraining syndrome. Drawing on current data in the field of sports biochemistry, the authors classify the key groups of nutraceuticals (including recovery complexes, energy supplements, and isotonic solutions) and detail the mechanisms of their impact on the body under conditions of heavy physical exertion. Practical recommendations for integrating nutritional support elements into the structure of the training process are formulated.

Keywords: sports nutrition, ergogenics, regeneration, performance, ATP, micronutrients, professional sports, anabolism.

Введение

Тенденции развития современного спорта характеризуются постоянным ростом интенсивности и объемов тренировочных нагрузок, которые практически достигли пределов физиологических возможностей человеческого организма. В таких реалиях даже идеально сбалансированный традиционный рацион питания зачастую оказывается не в состоянии оперативно восполнять возникающий дефицит пластических материалов и энергетических ресурсов.

Как подчеркивают ведущие специалисты в этой области, специализированные добавки следует рассматривать не как альтернативу привычной пище, а как эффективный инструмент оперативного управления адаптационным потенциалом организма. Пренебрежение грамотно выстроенной стратегией нутритивной поддержки неизбежно ведет к замедлению восстановительных процессов, падению спортивных результатов и росту травматизма. Высокая актуальность данного обзора продиктована необходимостью систематизации имеющихся данных о безопасном использовании добавок для максимального раскрытия потенциала спортсменов без ущерба для их здоровья.

Материалы и методы

Методологическую основу работы составили методы теоретического анализа профильной научной литературы, систематизация рекомендаций ведущих международных институтов (таких как ISSN и IOC), а также компаративный анализ эффектив-

ности актуальных нутрицевтиков. Информационной базой послужили современные публикации и исследования в области физиологии мышечной активности и спортивной метаболомики.

Результаты и обсуждение

Эффективность внедрения спортивного питания в практику подготовки напрямую зависит от точного соответствия конкретным задачам на каждом из этапов тренировочного цикла.

1. Обеспечение энергией и сохранение гомеостаза при продолжительных нагрузках

В дисциплинах, требующих высокой выносливости (например, велогонки, плавание или бег), первоочередной задачей становится предотвращение истощения запасов гликогена и поддержание водно-солевого баланса. Практические наблюдения доказывают, что своевременный прием углеводных гелей и изотонических напитков помогает минимизировать риски дегидратации и гипогликемии, которые выступают главными факторами падения работоспособности.

- **Изотоники**: обеспечивают поступление важнейших минеральных солей, поддерживающих корректную нейромышечную проводимость и защищающих от спазмов в мышцах.
- **Углеводные комплексы (включая амилопектин и мальтодекстрин)**: обладают разной скоростью расщепления и усвоения, что позволяет обеспечивать стабильную концентрацию сахара в крови на всем протяжении дистанции.

В условиях пролонгированных физических нагрузок сохранение гомеостатических констант организма напрямую зависит от своевременного ресинтеза энергетических субстратов. Основу нутритивной поддержки здесь составляют мультикомпонентные углеводные комплексы с различным гликемическим индексом и изотонические растворы. Механизм действия изотоников, содержащих сбалансированный набор электролитов (натрий, калий, магний) и декстрины, направлен на поддержание осмотического давления плазмы и предотвращение гемоконцентрации (сгущения крови), которая неизбежно ведет к перегрузке миокарда.

Параллельно с этим, включение буферных агентов (таких как бета-аланин и бикарбонат натрия) позволяет эффективно нейтрализовать избыточные ионы водорода (H^+) в скелетных мышцах. Это стабилизирует внутриклеточный pH, защищает ферменты гликолиза от кислотной инактивации и существенно отодвигает порог анаэробного обмена, позволяя атлету удерживать целевой темп без метаболического срыва.

2. Стимуляция регенерации и анаболического отклика

По окончании тренировки активируется так называемое «метаболическое окно» – фаза, в которой ткани организма проявляют максимальную восприимчивость к поступающим питательным веществам. Именно скорость доставки протеинов и углеводов в этот момент определяет качество и темпы восстановления микроповреждений мышечных волокон.

Постнагрузочное восстановление и индукция анаболического отклика требуют направленного пластического обеспечения. Ведущую роль в этом процессе играют восстановительные комплексы на основе изолятов и гидролизатов белка, а также свободных аминокислот (в первую очередь, BCAA и глутамина). Биохимический механизм их воздействия завязан на селективной активации внутриклеточного сигнального пути mTOR (mammalian target of rapamycin), который выступает главным триггером трансляции и запускает каскад реакций синтеза мышечного протеина в ответ на микроповреждения миофибрилл.

Дополнительное введение глутамина не только поддерживает азотистый баланс, но и служит ключевым энергетическим субстратом для энтероцитов и клеток иммунной системы. Это критически важно для предотвращения синдрома транзиторного иммунодефицита и повреждений слизистой кишечника, часто индуцируемых длительной ишемией внутренних органов на пике интенсивных тренировочных циклов.

Таблица 1 – Сопоставление подходов к нутритивной реабилитации

Критерий сравнения	Традиционная твердая пища	Специализированные продукты для восстановления
Период усвоения	Длительный (на расщепление уходит от 2 до 4 часов)	Короткий (требуется всего 30–40 минут)
Уровень биодоступности	Напрямую лимитирован состоянием ЖКТ и свойствами продуктов	Предельно высокий (за счет гидролизатов и свободных аминокислот)
Воздействие на кортизол	Наблюдается плавное, постепенное снижение	Происходит быстрая блокировка катаболизма благодаря выраженному инсулиновому ответу
Практичность	Требует организации полноценного приема пищи	Удобно использовать сразу на месте занятий или в раздевалке

3. Таргетные эргогенические средства

Современная спортивная наука выделяет пул нутрицевтиков с доказанной эффективностью, которые способны напрямую оптимизировать биохимические процессы в сокращающихся мышцах:

- **Бета-аланин:** стимулирует синтез карнозина в мышечной ткани, который выступает в роли буфера, нейтрализующего закисление лактатом, что позволяет отдалить момент утомления при анаэробной работе.
- **L-карнитин:** интенсифицирует транспорт жирных кислот в митохондриальный матрикс, выполняя двоякую функцию — генерирует дополнительную энергию и поддерживает миокард при затяжной аэробной активности.
- **Цитруллина малат**: оптимизирует локальный кровоток в целевых мышечных группах и ускоряет утилизацию метаболитов аммиака, что крайне востребовано в единоборствах и командных играх.

Типичные ошибки и потенциальные угрозы

Бессистемное и хаотичное употребление спортивных добавок сопряжено с рядом серьезных рисков:

- **Риск скрытого допинга**: продукция от брендов с сомнительной репутацией может быть загрязнена запрещенными компонентами, что создает огромную угрозу для карьеры профессиональных атлетов.
- **Дисбаланс пищевого статуса**: чрезмерный фокус на белковых компонентах при игнорировании растительной клетчатки и витаминов перегружает выделительную систему и угнетает микробиом кишечника.
- **Непереносимость компонентов**: высокие концентрации стимуляторов (таких как кофеин) или искусственных подсластителей могут спровоцировать расстройства работы ЦНС и пищеварительного тракта, ухудшая спортивный результат.

Использование таргетных (целевых) эргогенических средств позволяет точечно воздействовать на специфические звенья биоэнергетики и нейромышечной регуляции. Ключевыми представителями данной группы выступают креатин, кофеин и специализированные донаторы азота (например, цитруллина малат). Экзогенный креатин увеличивает внутримышечный пул фосфокреатина, обеспечивая форсированный ресинтез АТФ по анаэробному алактатному пути в первые секунды субмаксимальной работы.

Механизм действия кофеина обусловлен прямым антагонизмом к аденозиновым рецепторам центральной нервной системы, что снижает субъективный порог утомления и одновременно мобилизует полиферментную систему липолиза (расщепления жиров), помогая сберегать депонированный в мышцах гликоген. В свою очередь, цитруллин активирует элиминацию токсичного аммиака и лактата, оптимизируя локальную гемодинамику и снижая выраженность отсроченной мышечной болезненности.

Заключение

Систематизация и критический анализ актуальных данных в области спортивной нутрициологии позволяют констатировать, что направленная нутритивная поддержка сегодня перешла из категории вспомогательных факторов в статус базового детерминанта эффективности тренировочного процесса. Современный подход полностью отвергает механистическое представление о питании как о простом источнике

калорий. Ему на смену пришли прецизионные (высокоточные) макро- и микронутриентные стратегии, способные выступать в роли прямых эндогенных регуляторов адаптационного потенциала, пластического обмена и клеточного гомеостаза.

Проведенное исследование наглядно демонстрирует глубокую полярность векторов применения эргогенических средств в различных сегментах физической культуры. В рамках спорта высших достижений ключевой задачей нутритивной поддержки является обеспечение метаболической безопасности и выживания организма на грани его физиологического срыва. В данном контексте точечное администрирование нутрицевтиков решает проблему минимизации системного воспаления, оксидативного стресса и предотвращения деградации миофибрилл под воздействием экстремальных нагрузок. Напротив, в любительском спорте доминирует велнес-ориентированная парадигма. Здесь нутритивная коррекция призвана плавно гармонизировать адаптационные сдвиги, оптимизировать композицию тела и поддерживать иммунный статус, избегая избыточного фармакологического прессинга на гепатобилиарную и выделительную системы.

Перспективы дальнейшего развития данной научной дисциплины неразрывно связаны с переходом от усредненных групповых протоколов к абсолютной персонализации. Интеграция методов нутригенетики, учитывающих индивидуальные полиморфизмы генов, в сочетании с оперативным мониторингом биохимических маркеров (таких как динамика кортизола, креатинкиназы и мочевины) позволит создавать динамические рационы. Такой синергетический подход откроет возможность не просто компенсировать текущие энергозатраты, но и превентивно управлять регенеративным откликом атлета, максимизируя спортивный результат без ущерба для его долгосрочного здоровья.

Литература

1. Борисова О.О. Спортивное питание. Научно обоснованные подходы к питанию спортсменов // Вестник спортивной науки. – 2018. – № 2. – С. 44–49.
2. Тутельян В.А. Нутрициология и спортивное питание: современные тенденции / В.А. Тутельян, Д.Б. Никитюк // Вопросы питания. – 2021. – Т. 90. – № 4. – С. 18–27.
3. Мартынчук Е.А. Основы нутрициологии в студенческом спорте // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2022. – № 4(206). – С. 115–121.
4. Волков Н.И. Биохимия мышечной деятельности и спортивное питание / Н.И. Волков, Я.А. Мелихов // Теория и практика физической культуры. – 2020. – № 5. – С. 12–18.
5. Квасница А.В. Особенности редукции жировой ткани у лиц, занимающихся элективной физической культурой / А.В. Квасница, В.В. Гаврилов // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2023. – № 2. – С. 34–39.
6. Дидур М.Д. Влияние белковых добавок на кинетику мышечного роста у учащейся молодежи / М.Д. Дидур, С.Б. Эрдман // Человек. Спорт. Медицина. – 2022. – Т. 22. – № 3. – С. 55–62.
7. Арансон М.В. Эргогенные компоненты в современном студенческом спорте // Вестник спортивной науки. – 2024. – № 1. – С. 41–46.

References

1. Borisova O.O. Sports Nutrition. Scientifically Based Approaches to Athletes' Nutrition // Bulletin of Sports Science. – 2018. – № 2. – P. 44–49.
2. Tutelyan V.A. Nutrition and Sports Nutrition: Current Trends / V. A. Tutelyan, D. B. Nikityuk // Nutrition Issues. – 2021. – Vol. 90. – № 4. – P. 18–27.
3. Martynchuk E.A. Fundamentals of Nutrition in Student Sports // Scientific Notes of P.F. Lesgaft University. – 2022. – № 4(206). – P. 115–121.
4. Volkov N.I. Biochemistry of muscle activity and sports nutrition / N.I. Volkov, Ya.A. Melikhov // Theory and practice of physical education. – 2020. – № 5.– P. 12–18.
5. Kvasnitsa A.V. Features of adipose tissue reduction in individuals engaged in elective physical education / A.V. Kvasnitsa, V.V. Gavrilov // Physical education: upbringing, education, training. - 2023. – № 2. – P. 34–39.
6. Didur M.D. The effect of protein supplements on the kinetics of muscle growth in student youth / M.D. Didur, S.B. Erdman // Man. Sport. Medicine. – 2022. – Vol. 22. – № 3. – P. 55–62.
7. Aranson M.V. Ergogenic components in modern student sports // Bulletin of sports science. – 2024. – № 1. – P. 41–46.

УДК 615.825

ЗНАЧИМОСТЬ БАСКЕТБОЛА В ОЗДОРОВЛЕНИИ ОРГАНИЗМА

♦♦♦♦♦

THE IMPORTANCE OF BASKETBALL IN BODY HEALTH IMPOROVEMENT

Синько Ольга Викторовна
преподаватель
кафедры физического воспитания и спорта, ъ
Кубанский государственный технологический университет
olgasinko73@yandex.ru

Ароян Сюзи Ишхановна
студент группы 25-ЭБ-РС2,
факультет экономики, управления и бизнеса,
Кубанский государственный технологический университет
kristgrig2226@mail.ru

Аннотация. В статье обсуждаются адаптационные изменения человеческого организма к условиям окружающей среды под влиянием регулярных физических упражнений. регулярная мышечная активность активирует метаболические процессы, тренирует и поддерживает механизмы обмена энергии, способствуя укреплению мышечной системы и улучшению общего состояния здоровья.

Ключевые слова: баскетбол, бег, атака, защита, ходьба, броски.

Sin'ko Olga Viktorovna
Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
olgasinko73@yandex.ru

Aroyan Suzi Ishkhanovna
Student of the 25-EB-RS2 group,
Faculty of Economics, Management,
and Business,
Kuban State Technological University
kristgrig2226@mail.ru

Annotation. The article discusses the adaptive changes of the human body to environmental conditions under the influence of regular physical exercise. regular muscle activity activates metabolic processes, trains and supports energy metabolism mechanisms, contributing to the strengthening of the muscular system and improving overall health.

Keywords: basketball, running, attacking, defending, walking, and shooting.

Современный баскетбол это увлекательная, зрелищная, эмоциональная, командная игра в которой присутствуют все виды движений. где главными ценностями становятся скорость и мощь, акцент в физическом воспитании смещается с формальных показателей на укрепление здоровья. Популярность баскетбола продолжает расти в разных странах мира – миллионы людей занимаются этим видом спорта на любительском и профессиональном уровне [1]. Можно с уверенностью сказать, что баскетбол – это чрезвычайно значимый и увлекательный вид спорта [2]. Метаболизм выступает фундаментом энергообеспечения всех жизненно важных процессов: при распаде сложных органических соединений запасенная энергия трансформируется в биоэлектрическую, тепловую и механическую формы. При этом темп метаболических реакций определяется возрастом, половой принадлежностью, гормональным статусом и регулярностью нагрузок, что делает его ключевым индикатором для разработки персонализированных тренировочных стратегий. Согласно исследованиям С.С. Сухарева и В.Н. Яковлева, состояние здоровья человека на 50–55 % зависит от образа жизни, включая уровень двигательной активности, тогда как остальные факторы (наследственность, экология, медицина) отвечают за оставшуюся половину [3]. Таким образом, физическое, психическое и социальное благополучие должны находиться в гармоничном единстве. Во время движения усиливается поток стимулирующих импульсов, что активирует обмен веществ, улучшает нервную регуляцию и трофику тканей, повышает утилизацию кислорода и неспецифическую резистентность организма. Систематические занятия повышают активность ферментных систем, поддерживают энергообмен на высоком уровне, укрепляют мышечный аппарат и способствуют лучшей адаптации к внешним условиям [4]. Особое значение имеет то, что регулярная активность увеличивает плотность капиллярной сети в работающих мышцах, оптимизируя доставку кислорода и выведение продуктов метаболизма, что в итоге замедляет наступление переутомления.

Задания по физическому воспитанию

Одной из важнейших задач физического воспитания является развитие потребности детей и взрослых в ежедневных физических упражнениях. Её решение требует

от педагога настойчивости, творческого подхода, обширных знаний и навыков. Прежде всего, необходимо уметь организовывать деятельность не только свою, но и учащихся, а для этого необходимо знать их реальные возможности. Диагностика индивидуального уровня физической активности на начальном этапе помогает избежать превышению нагрузок и недостаточной интенсивности занятий, что особенно важно в детском и подростковом возрасте.

Баскетбол как средство развития двигательной активности

Ходьба, бег, остановка, повороты, прыжки, ловли, броски и ведение мяча, выполняемые с соперниками в боевых искусствах, представляют собой набор двигательных действий. они способствуют улучшению обмена веществ, функционирования всех систем организма и развитию координационных способностей. Баскетбол – это вид спорта, который активирует атакующие и оборонительные действия. Специфика баскетбола заключается в циклично-ациклическом характере движений: постоянная смена режимов работы (рывки, остановки, прыжки) тренирует как аэробную, так и анаэробную системы энергообеспечения [5].

Образовательная ценность баскетбола

Баскетбол имеет не только оздоровительную и гигиеническую, но и рекламную и образовательную ценность. Участие в этой игре развивает настойчивость, смелость, решительность, честность, уверенность в себе и чувство командной работы. Эффективность образовательного процесса зависит от того, насколько целенаправленно осуществляется взаимосвязь между физическим и нравственным обучением в учебной деятельности [6].

Место баскетбола в системе образования

В системе образования России баскетбол включен в программы физического воспитания дошкольников, учащихся учреждений общего и среднего профессионального образования, средних профессиональных и высших учебных заведений. Ряд технических и тактических занятий, а также сама игровая деятельность обладают уникальными возможностями для формирования жизненно важных навыков и способностей, всестороннего развития физических и психических качеств. двигательные упражнения, освоенные в баскетболе, и связанные с ними упражнения служат эффективным средством укрепления здоровья и активного отдыха. они могут использоваться человеком на протяжении всей его жизни в самостоятельной деятельности, поскольку баскетбол способствует повышению физической выносливости, ловкости, координации, а также обучает командному взаимодействию [7].

Учитывать возрастные особенности и методические принципы

Баскетбол длительной тренировки требуют учитывать возрастные особенности участников и обучения средств и методов тщательный выбор: в Настоящее время существует множество пособий, которые подробно освещают в баскетбол играть современные методы (например, Ю.М. Портнов, А. Гомельский). в них раскрываются общие проблемы организации педагогического процесса и конкретные практические материалы для разных возрастных групп. при построении тренировочного процесса необходимо знать основные методические принципы обучения технике игры в баскетбол и уметь применять их на практике. знание принципов построения обучения и методов обучения техническим приемам позволяет правильно оценивать и выстраивать учебный процесс, выбирать соответствующие методы, инструментарий и методические пособия [8].

Организация курса

Преподаватели должны ставить учебные цели, связанные с изучением нового материала на каждом уроке. конспекты уроков должны быть составлены в соответствии с тематическим планом. это позволяет расположить содержание класса в правильной последовательности, выбрать средства и методы обучения, обеспечить организацию и распределение заданий с учетом конкретных обстоятельств. к уроку необходимо подготовиться заранее: проверить экипировку участников, подготовить оборудование и места. Тренировки начинаются с своевременного построения и разметки участников. Только правильно подобранные методы обучения и приемники позволяют нам по-новому подойти к планированию программных материалов, распределению

учебного времени и тренировочных нагрузок, повысить интерес учащихся к физическому воспитанию и повысить эффективность всех видов фитнеса в соревновательной игровой деятельности [9].

Заключение

Следует подчеркнуть, что для того, чтобы занятия спортом давали максимальную пользу необходимым условием, является регулярность занятий и оптимальность нагрузки, обратить внимание на свое здоровье и начать заниматься физической культурой, чтобы получить все преимущества, которые приносит активный образ жизни [10, 11, 12].

Правильно подобранная педагогическая технология повышает уровень физической, технической, тактической, психологической, комплексной и функциональной подготовленности учащихся, это способствует росту интереса к физической дисциплине и повышению мотивации к физическому самосовершенствованию. Таким образом, интеграция баскетбола в систему физического воспитания для любого возраста создает основу не только для спортивных достижений, но и для формирования привычек здорового образа жизни в долгосрочной перспективе.

Литература

1. Губжоков А.А. Баскетбол: роль тренера в подготовке баскетболистов: методы и подходы / А.А. Губжоков, В.А. Питкин // Наука. Техника. Технологии. (политехнический вестник). – 2025. – № 4. – С. 175–177.
2. Питкин В.А. Особенности проявления мотивации у студентов баскетболистов 17–19 лет. В.А. Питкин, П.А. Ключанова // Наука. Техника. Технологии. (политехнический вестник). – 2024. – № 1. – С. 250–252.
3. Сухарев А.Г. Здоровье и физическое воспитание детей и подростков / А.Г. Сухарев, В.Н. Яковлев. – М. : Медицина. 2018. – 272 с.
4. Солодков А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная. Учебник. – 7-е изд. / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. – М. : Спорт, 2020. – 620 с.
5. Нестеровский Д.И. Баскетбол. Теория и методика обучения. Учебное пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – 3-е изд. – М. : Издательский центр «Академия». 2019. – 336 с.
6. Холодов Ж.К. Теория и методика физического воспитания и спорта. Учебник. – 14-е изд. / Ж.К. Холодов, В.С. Кузнецов. – М. : Академия, 2021. – 480 с.
7. Гомельский А.Я. Баскетбол. Секреты мастера. – М. : Эксмо, 2017. – 288 с.
8. Портнов Ю.М. Баскетбол. Примерная программа спортивной подготовки для ДЮСШ, СДЮШОР. – М. : Советский спорт, 2016. – 116 с.
9. Матвеев Л.П. Основы общей теории спорта и системы подготовки спортсменов. – М. : Спорт, 2018. – 352 с.
10. Ассоциация тренеров НБА. Инструменты тренера и стандарты мониторинга игроков.
11. Питкин В.А. Физическая культура как способ преодоления стресса у студентов. Азимут научных исследований: педагогика и психология. – 2023. – Т. 12. – № 3 (44). – С. 75–77.
12. Питкин В.А. Методы коррекции фигуры с помощью физических упражнений // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2023. – № 8(222). – С. 266–269.

References

1. Gubzhokov A.A. Basketball: the role of the coach in training basketball players: methods and approaches / A.A. Gubzhokov, V.A. Pitkin // Science. Engineering. Technologies. (Polytechnic Bulletin). – 2025. – № 4. – P. 175–177.
2. Pitkin V.A. Features of motivation in 17–19 year old student basketball players / V.A. Pitkin, P.A. Klyuchanova // Science. Engineering. Technologies. (Polytechnic Bulletin). – 2024. – № 1. – P. 250–252.
3. Sukharev A.G. Health and physical education of children and adolescents / A.G. Sukharev, V.N. Yakovlev. – M. : Medicine, 2018. – 272 p.
4. Solodkov A.S. Human physiology. General. Sports. Age. Textbook. – 7th edition / A.S. Solodkov, E.B. Sologub. – M. : Sport, 2020. – 620 p.
5. Nesterovsky D.I. Basketball. Theory and Teaching Methods. A Textbook for Students of Higher Pedagogical Educational Institutions. – 3rd edition. – M. : Academy Publishing Center, 2019. – 336 p.

6. Kholodov Zh.K. Theory and Methods of Physical Education and Sports. Textbook. – 14th edition / Zh.K. Kholodov, V.S. Kuznetsov. – M. : Academy, 2021. – 480 p.
7. Gomelsky A.Y. Basketball. Secrets of the Master. – M. : Eksmo, 2017. – 288 p.
8. Portnov Yu.M. Basketball. Sample Sports Training Program for Children and Youth Sports Schools, Sports Schools of the Olympic Reserve. – M. : Sovetskiy Sport, 2016. – 116 p.
9. Matveyev L.P. Fundamentals of the General Theory of Sport and the Athlete Training System. – M. : Sport, 2018. – 352 p.
10. NBA Coaches Association. Coaching Tools and Player Monitoring Standards.
11. Pitkin V.A. Physical Education as a Way to Overcome Stress in Students. Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology. – 2023. – Vol. 12. – № 3(44). – P. 75–77.
12. Pitkin V.A. Methods of Figure Correction with the Help of Physical Exercises. Scientific Notes of P.F. Lesgaft University. – 2023. – № 8(222). – P. 266–269.

Порядок публикации статьи

● Статья, предоставляемая для публикации в журнале, должна быть ранее неопубликованной, актуальной, обладать новизной, **тщательно вычитана**.

● Статья должна соответствовать **Правилам оформления**.

● Содержание статьи должно соответствовать тематикам рубрик журнала.

● В стоимость публикации входит один печатный экземпляр журнала, публикация в сетевой версии журнала (на сайте http://id-yug.com), почтовая доставка, сопровождение в системе РИНЦ.

Редакционный совет в течение 3–5 дней рассматривает предоставленную статью.В случае положительного решения о публикации редакция направляет Вам договор (оферта), счет (квитанцию) на оплату.

В случае необходимости редакция может затребовать предоставление заключения внутрифирменных служб экспортного контроля по материалам статьи.

Предоставляемая статья должна содержать следующие компоненты:

– Код УДК;
– Сведения об авторах (*рус./англ.*):
  а) фамилия, имя, отчество (полностью);
  б) ученая степень;
  в) ученое звание;
  г) должность, место работы (без сокращений);
  д) контактный телефон;
  е) контактный E-mail автора.
– Название статьи (*рус./англ.*);
– Аннотация (*рус./англ.*);
– Ключевые слова (*рус./англ.*);
– Основной текст статьи на русском языке (*рекомендуется не менее 3-х страниц*);
– Список литературы (*рус./англ.*).

Текст статьи должен быть набран в текстовом редакторе Word 1997–2007, шрифт Times New Roman, кегль – 14, межстрочный интервал – 1, абзацный отступ 1,25 см., все поля – 2,5 см, страницы не нумеровать, для выделений использовать *курсив*, **жирный шрифт, *а также их сочетание*.**

Таблицы набираются в текстовом редакторе Word 1997–2007, шрифт Times New Roman, кегль – 12. Таблицы нумеруются и подписываются. В тексте статьи указываются ссылки на таблицы.

Иллюстрации (рисунки, графики, диаграммы, фотографии) должны быть встроены в текст в виде картинок, в оттенках серого, разрешением 300 dpi. Иллюстрации нумеруются (нумерация сквозная арабскими цифрами) и подписываются. В тексте статьи указываются ссылки на иллюстрации.

Формулы набираются в редакторе формул Microsoft Equation 3.0. Все формулы должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами. Номера формул оформляются в круглых скобках.

Сноски оформляются постранично.

Ссылки на литературу оформляются в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 и ГОСТ 7.82-2001. Ссылки оформляются в порядке упоминания или цитирования в тексте в квадратных скобках арабскими цифрами.

Более подробную информацию можно получить на сайте www.id-yug.com

График выхода журнала и приема статей на 2026 г.

№ журнала	Прием статей до:	Выход журнала:
1	31 марта	14 апреля
2	30 июня	14 июля
3	29 сентября	13 октября
4	22 декабря	30 декабря

Общероссийская общественная организация
«Российская инженерная академия»

All-russian public organization
«Russian Engineering Academy»

НАУЧНЫЙ МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ЖУРНАЛ

НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ

(политехнический вестник)

2026, № 2

SCIENTIFIC MULTIDISCIPLINARY MAGAZINE

SCIENCE. ENGINEERING. TECHNOLOGY

(polytechnical bulletin)

2026, № 2

https://id-yug.com/

Редактор – О.Я. Фоменко

Оригинал-макет – М.Н. Гусева

Дизайн обложки – О.Я. Фоменко

Сдано в набор 06.07.2026.
Подписано в печать 13.07.2026.
Дата выхода в свет 15.07.2026.
Формат 60 x $84^{1}/_{8}$.
Бумага офсетная.
Печать riso.
Уч.-изд. л. 16,53
Тираж 500 экз.

Цена договорная

Отпечатано в ООО «Издательский Дом – Юг»
Россия, 350072, г. Краснодар,
ул. Зиповская 9, литер «Г», оф. 41/3

Заказ № 2676

Тел.: +7(918) 41-50-571
e-mail: id-yug@id-yug.com
Сайт: https://id-yug.com

Editor – O.Ya. Fomenko

Dummy – M.N. Guseva

Design of a cover – O.Ya. Fomenko

It is handed over in a set 06.07.2026.
It is sent for the press 13.07.2026.
Release date 15.07.2026.
Format 60 x $84^{1}/_{8}$.
Offset paper.
Riso press.
Ed.-prod. l. 16,53
Circulation is 500 pieces.

Price negotiable

It is printed in JSC «Izdatelsky Dom – Yug»
Russia, 350072, Krasnodar,
Zipovskaya St., 9, letters «G», office 41/3

Order № 2676

Ph.: +7(918) 41-50-571
e-mail: id-yug@id-yug.com
Site: https://id-yug.com