Общероссийская общественная организация
«Российская инженерная академия»

All-russian public organization
«Russian Engineering Academy»

0+

НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ

(политехнический вестник)

SCIENCE. ENGINEERING. TECHNOLOGY

(polytechnical bulletin)

№ 1

2026

Общероссийская общественная организация
«Российская инженерная академия»

All-russian public organization
«Russian Engineering Academy»

НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ
(политехнический вестник)

2026, № 1

(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, № 1

(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.

БЛЕДНОВА Жесфина Михайловна,
Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры Инженерии систем управления, материалов и технологий в машиностроении Института механики, робототехники, инженерии транспортных и технических систем, Кубанский государственный технологический 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.

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.

BLEDNOVA Zhesfina Mikhaelovna,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Control Systems Engineering, Materials and Technologies in Mechanical Engineering, Institute of Mechanics, Robotics, Engineering of Transport and Technical Systems, Kuban State Technological 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.

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.

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.

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.

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.

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

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.

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.

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.

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

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.

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.

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

Агарян К.О., **Фёдоров Д.А.**
Сравнительный анализ эффективности усиления
изгибаемых деревянных элементов углеродными лентами
и базальтопластиковой арматурой 17

Agaryan K.O., **Fedorov D.A.**
Comparative analysis of the effectiveness of reinforcement
of bent wooden elements with carbon strips and basalt-plastic reinforcement

Барда В.С., **Вальков Е.Д.**, **Кабишева В.М.**, **Надирян С.Л.**
Внедрение средств индивидуальной мобильности в транспортную систему 21
г. Краснодара в сравнении с заграничным опытом

Barda V.S., **Valkov E.D.**, **Kabisheva V.M.**, **Nadiryan S.L.**
Introduction of individual mobility devices into the transport system
of Krasnodar in comparison with foreign experience

Беликова Н.Б., **Кирмач М.Р.**, **Бадмаев С.И.**, **Баширина Н.С.**
Перспективы использования термоэлектрических модулей
нового поколения в системах рекуперации 24

Belikova N.B., **Kirmach M.R.**, **Badmaev S.I.**, **Bashirina N.S.**
Prospects for the use of new generation thermoelectric modules
in heat recovery systems

Деревянко И.В., **Вонарх Ю.С.**
Антропоморфизм больших языковых моделей:
имитация когнитивных функций как часть пользовательского интерфейса 28

Derevyanko I.V., **Vonarkh Yu.S.**
Anthropomorphism in large language models:
imitation of cognitive functions as a user interface element

Домбровский А.Н., **Мотренко Д.А.**,
Коновалова Т.В., **Надирян С.Л.**, **Тыргалов К.В.**
Грузооборот России: новые торговые пути как барометр экономики 31

Dombrovsky A.N., **Motrenko D.A.**,
Konovalova T.V., **Nadiryan S.L.**, **Tyrgalov K.V.**
Russia's cargo turnover: new trade routes as an economic barometer

Думанский И.О., **Думанский А.И.**
Управление структурным состоянием сплавов
с различными механизмами упрочнения при быстром нагреве 34

Dumansky I.O., **Dumansky A.I.**
Controlling the structural state of alloys with different strengthening
mechanisms during rapid heating

Касьянов Г.И., **Ахмад Фанди**
Сжиженные углеводородные газы как экстрагенты БАВ 37

Kasyanov G.I., **Ahmad Fandi**
Liquefied hydrocarbon gases as biologically active substances extractants

Колчин М.В.
Разработка и исследование колебаний оборудования ЦБП
с целью нормирования вибрации 45

Kolchin M.V.
Development and research of vibrations of pulp
and paper industry equipment for the purpose of vibration standardization

Коновалова Т.В., **Котенкова И.Н.**, **Надирян С.Л.**, **Ищенко А.Г.**
Прогнозирование транспортных потоков
с учетом сезонных и погодных условий 50

Konovalova T.V., **Kotenkova I.N.**, **Nadiryan S.L.**, **Ishenko A.G.**
Forecasting traffic flows based on seasonal and weather conditions

Коновалова Т.В., **Надирян С.Л.**, **Кабишева В.М.**, **Барда В.С.**
Особенности организации технологии перевозки грузов
медицинского назначения на примере ООО «АРГОМИКС» 54

Konovalova T.V., **Nadiryan S.L.**, **Kabisheva V.M.**, **Barda V.S.**
Features of the organization of medical cargo transportation technology
on the example of ARGOMIX LLC

Лазаренко Д.Ю., **Рогалина Д.Е.**
Многоуровневая система управления дорожно-строительными проектами:
от стратегического планирования к операционной реализации 59

Lazarenko D.Yu., **Rogalina D.E.**
Multi-level system of road construction project management:
from strategic planning to operational implementation

Лазаренко Д.Ю., **Парамонова Д.И.**
Управление дорожно-строительными проектами:
многоуровневый подход для повышения эффективности 63

Lazarenko D.Yu., **Paramonova D.I.**
Road construction project management:
a multi-level approach to improve efficiency

Матулян Р.А.
Усиление железобетонных плит перекрытия
при помощи композитных материалов 66

Matulyan R.A.
Strengthening of reinforced concrete floor slabs using composite materials

Нестеров С.В., **Гостев Д.А.**
Вычислительный комплекс для параметрической идентификации
теплоэнергетических объектов регулирования второго порядка
по их экспериментальным разгонным характеристикам 71

Nesterov S.V., **Gostev D.A.**
A computational complex for parametric identification
of second-order thermal energy control objects based
on their experimental acceleration characteristics

Нестеров С.В., **Четвериков Д.В.**
Определение коэффициентов передаточной функции
участков регулирования паровых котлов
по их экспериментальным амплитудно-частотным характеристикам 74

Nesterov S.V., **Chetverikov D.V.**
Determination of the transfer function coefficients
of the steam boiler control sections based
on their experimental amplitude-frequency characteristics

Нестеров С.В., **Браницкий Е.Д.**, **Гостев Д.А.**
Оценка инерционных свойств теплоэнергетического объекта
регулирования четвертого порядка
по его экспериментальной фазочастотной характеристике 77

Nesterov S.V., **Branickij E.D.**, **Gostev D.A.**
Evaluation of the inertial properties of a fourth-order thermal energy
control object based on its experimental phase-frequency characteristic

Орлова Т.В., **Ольховатов Е.А.**, **Дробина А.С.**, **Коновалова Е.Н.**
Разработка безглютеновой композитной кондитерской смеси 80

Orlova T.V., **Olkhovatov E.A.**, **Drobina A.S.**, **Konovalova E.N.**
Development of gluten-free composite confectionery mixture

Питкин В.А., **Рогалевич А.А.**
Трассировка лучей как технология создания фотореалистичных изображений
в компьютерной графике 88

Pitkin V.A., **Rogalevich A.A.**
Ray tracing as a technology for creating photorealistic images
in computer graphics

Постных П.М., **Энкина В.Э.**, **Леонова А.Н.**
Сейсмическое усиление зданий: современные подходы и технологии 91

Postnykh P.M., **Enkina V.E.**, **Leonova A.N.**
Seismic strengthening of buildings: modern approaches and technologies

Прокопцова Н.С., **Финагенова Н.В.**, **Финагенов А.В.**
Особенности усиления колонн композитным материалом.
Достоинства и недостатки 95

Prokoptsova N.S., **Finagenova N.V.**, **Finagenov A.V.**
Features of strengthening columns with composite material.
Advantages and disadvantages

Семенов В.А., **Надирян С.Л.**, **Коновалова Т.В.**, **Тыргалов К.В.**
Особенности грузовых логистических систем
в крупных и крупнейших городах 99

Semenov V.A., **Nadiryan S.L.**, **Konovalova T.V.**, **Tyrgalov K.V.**
Features of freight logistics systems in large and major cities

Терехов В.В., **Выскубов Е.В.**, **Терехов В.В.**
Использование метода анализа размерностей
для расчёта средней скорости движения жидкости
в спиральном канале устройства очистки 102

Terekhov V.V., **Vyskubov E.V.**, **Terekhov V.V.**
Using the dimensional analysis method to calculate the average flow speed
of the liquid in the spiral channel of the cleaning device

Тлехусеж М.А., **Инфантиди Е.А.**
Роль гипса в современном интерьере: от штукатурки до декора 106

Tlekhusezh M.A., **Infantidi E.A.**
The role of gypsum in modern interiors: from plaster to art

Торосян Э.С., **Касьянов Г.И.**
Правовые аспекты изобретательской деятельности
в пищевой промышленности 111

Torosyan E.S., **Kasyanov G.I.**
Legal aspects of inventive activities in the food industry

Трифонова А.С., **Папиашвили Е.Н.**, **Багдасарян Р.Х.**
Иммерсивные технологии в библиотеках 119

Trifonova A.S., **Papiashvili E.N.**, **Bagdasaryan R.Kh.**
Immersive technologies in libraries

Удодов С.А., **Шамраев П.П.**, **Белов Ф.А.**
К вопросу о повышении эффективности измельчения минеральных
компонентов за счет эффектов кавитации и эффекта Ребиндера 124

Udodov S.A., **Shamraev P.P.**, **Belov F.A.**
On the issue of increasing the efficiency of grinding mineral components
due to the effects of cavitation and the Rebinder effect

Чумак А.А., **Коновалова Т.В.**, **Надирян С.Л.**
Роботизация контейнерных терминалов: будущее портовой логистики 129

Chumak A.A., **Konovalova T.V.**, **Nadiryan S.L.**
Robotization of container terminals: the future of port logistics

Шелехов И.Ю., **Пиксаев Д.А.**, **Рагозин А.М.**, **Сахаровская А.М.**
Повышение эффективности проточных водонагревателей
путем оптимизации распределения удельной мощности
нагревательных элементов 136

Shelekhov I.Yu., **Piksaev D.A.**, **Ragozin A.M.**, **Sakharovskaya A.M.**
Improving the efficiency of instantaneous water heaters by optimizing
the distribution of the specific power of heating elements

Шелехов И.Ю., **Веревкин С.Д.**, **Гурулёва Н.Э.**, **Хандарова И.Н.**
Энергоэффективная система отопления
для каркасно-тентового коровника 140

Shelekhov I.Yu., **Verevkin S.D.**, **Guruleva N.E.**, **Khandarova I.N.**
Energy-efficient heating system for frame-tent bed

Шелехова И.В., **Верхозина Е.Ю.**, **Дик А.А.**
Оценка эффективности работы комбинированных систем отопления 144

Shelekhova I.V., **Verkhozina E.Yu.**, **Dik A.A.**
Assessment of the efficiency of combined heating systems

Шипулин В.И., **Касьянов Д.Г.**, **Торосян Э.С.**
Основы проектирования качества продуктов из агропищевого сырья 147

Shipulin V.I., **Kasyanov D.G.**, **Torosyan E.S.**
Fundamentals of designing quality products from agro-food raw materials

Щипанов П.А.
Анализ неопределенностей технологических параметров
при моделировании работы скважин сеноманской газовой залежи
на поздней стадии разработки 156

Shchipanov P.A.
Uncertainty analysis of process parameters
in modelling well performance in late-stage Cenomanian gas fields

Энкина В.Э., **Шакурова К.Е.**
Влияние коррозии на прочность конструкций
и методы её предотвращения 161

Enkina V.E., **Shakurova K.E.**
The influence of corrosion on the strength of structures
and methods of its prevention

НАУКИ О ЗЕМЛЕ
SCIENCES ABOUT THE EARTH

Степанов Р.И.
Планирование и обоснование объема закачки химических реагентов
для проведения многостадийного гидравлического разрыва пласта
месторождений вязкой нефти Республики Татарстан 167

Stepanov R.I.
Planning and justification of chemical Injection volumes for multistage
hydraulic fracturing of viscous oil fields in the Republic of Tatarstan

Степанов Р.И.
Обоснование применения вертикальных скважин
с трещиной гидроразрыва пласта
для разработки нефтегазоконденсатного месторождения 169

Stepanov R.I.
Justification for the use of vertical wells with hydraulic fracturing
for the development of oil and gas condensate fields

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ
PEDAGOGICAL SCIENCES

Еременко В.Н., **Анточий М.Д.**
Влияние физической активности
на академическую успеваемость студентов 173

Eremenko V.N., **Antochy M.D.**
The impact of physical activity on students' academic performance

Крамаренко Е.Д., **Питкин В.А.**
Самбо в школе 176

Kramarenko E.D., **Pitkin V.A.**
Sambo at school

Лаврентьева М.А., **Енгибарян А.Г.**
Образование армянских поселений на Дону:
архитектура культовых сооружений 179

Lavrentieva M.A., **Engibaryan A.G.**
The formation of armenian settlements in the Don region:
the architecture of religious buildings

Лаврентьева М.А., **Зеленская К.В.**, **Дубиненко Н.А.**
Стройка как ритуал: символическое и сакральное значение
закладки храмов и городов в Древней Руси (XI–XIII вв.) 187

Lavrentyeva M.A., **Zelenskaya K.V.**, **Dubinenko N.A.**
Construction as a ritual: the symbolic and sacred significance
of the laying of temples and cities in Ancient Russia (XI–XIII centuries)

Лаврентьева М.А., **Дубиненко Н.А.**, **Степаненко К.О.**
Происхождение варягов:
исторический контекст и их влияние на развитие Руси 193

Lavrenteva M.A., **Dubinenko N.A.**, **Stepanenko K.O.**
The origin of the varangians: historical context and cultural influences

Луценко С.Д., **Питкин В.А.**
Роль методов лечебной физической культуры
при бронхиальной астме 200

Lutsenko S.D., **Pitkin V.A.**
The role of therapeutic physical culture methods in bronchial asthma

Питкин В.А., **Глухов Н.Е.**
Аспекты диагностики лечения и занятия ЛФК
при спондилолистезе у детей 203

Pitkin V.A., **Glukhov N.E.**
Diagnostics, treatment, and physical therapy for spondylolystis in children

Питкин В.А., **Мишин О.А.**
Бадминтон как средство укрепления здоровья
и профилактики нарушений опорно-двигательного аппарата
у детей младшего школьного возраста 206

Pitkin V.A., **Mishin O.A.**
Badminton as a means of strengthening health and preventing disorders
of the musculoskeletal system in primary school children

Питкин В.А., **Еременко В.Н.**, **Южилкин М.А.**
От каких факторов зависит мотивация
на занятиях физической культурой у молодежи 209

Pitkin V.A., **Eremenko V.N.**, **Yuzhilkin M.A.**
What factors influence youth motivation to engage in physical education

Садыков Г.С., **Питкин В.А.**
Футбол: тактическая подготовка футболистов
в современном игровом процессе 212

Sadykov G.S., **Pitkin V.A.**
Football: tactical preparation of football players in the modern game process

Телин Д.А., **Коновалова М.А.**
Физическая культура в системе высших учебных заведений 215

Telin D.A., **Konovalova M.A.**
Physical education in the system of higher education institutions

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

•••••••

TECHNICAL SCIENCES

УДК 72.012

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСИЛЕНИЯ ИЗГИБАЕМЫХ ДЕРЕВЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ УГЛЕРОДНЫМИ ЛЕНТАМИ И БАЗАЛЬТОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРОЙ

♦♦♦♦♦

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF REINFORCEMENT OF BENT WOODEN ELEMENTS WITH CARBON STRIPS AND BASALT-PLASTIC REINFORCEMENT

Агарян Карен Оганесович
студент,
Кубанский государственный технологический университет
Karekin509@gmail.com

Фёдоров Данил Андреевич
студент,
Кубанский государственный технологический университет
danil.fedorov.02@list.ru

Аннотация. В статье рассматривается актуальная задача усиления деревянных изгибаемых конструкций с помощью современных композитных материалов. Проведен сравнительный анализ двух ключевых типов армирования: высокомодульных углеродных лент и химически стойкой базальтопластиковой арматуры. Проанализированы их физико-механические свойства (прочность, модуль упругости), экономические показатели и технологические особенности применения, включая методы расчета и риски разрушения по клеевому шву. Установлено, что углеродные ленты обеспечивают максимальное повышение жесткости и наиболее эффективны для снижения прогибов в ответственных конструкциях. Показано, что базальтопластиковая арматура является экономически более выгодным и долговечным решением для массового строительства и эксплуатации в агрессивных средах благодаря своей коррозионной и термической стойкости. В итоге сделан вывод, что выбор армирующего материала не является однозначным и должен основываться на конкретных проектных требованиях, балансируя между необходимой несущей способностью и экономической целесообразностью.

Ключевые слова: усиление деревянных конструкций, углеродное волокно, базальтопластиковая арматура, композитные материалы, изгибаемые элементы, армирование, модуль упругости, деревянная балка.

Agaryan Karen Oganesovich
Student,
Kuban State Technological University
Karekin509@gmail.com

Fedorov Danil Andreevich
Student,
Kuban State Technological University
danil.fedorov.02@list.ru

Annotation. The article discusses the urgent task of strengthening wooden bendable structures using modern composite materials. A comparative analysis of two key types of reinforcement has been carried out: high-modulus carbon tapes and chemically resistant basalt-plastic reinforcement. Their physico-mechanical properties (strength, modulus of elasticity), economic indicators and technological features of their application, including calculation methods and risks of destruction along the adhesive seam, are analyzed. It has been established that carbon belts provide the maximum increase in rigidity and are most effective for reducing deflections in critical structures. It is shown that basalt-plastic reinforcement is an economically more profitable and durable solution for mass construction and operation in aggressive environments due to its corrosion and thermal resistance. As a result, it is concluded that the choice of reinforcing material is not unambiguous and should be based on specific design requirements, balancing between the necessary load-bearing capacity and economic feasibility.

Keywords: reinforcement of wooden structures, carbon fiber, basalt-plastic reinforcement, composite materials, bendable elements, reinforcement, modulus of elasticity, wooden beam.

В строительной отрасли сегодня наблюдается настоящий ренессанс древесины. Это уже не просто традиционный материал, а основа для высокотехнологичных решений, способных конкурировать с бетоном и сталью. Главным драйвером этого процесса стало появление армированных деревянных конструкций (АДК). Внедрение композитов позволяет устранить «врожденные болезни» дерева – пороки строения, анизотропию и ползучесть. Практика показывает, что несущая способность таких элементов возрастает в 2–3,5 раза по сравнению с обычными, что открывает двери для их использования в большепролетных сооружениях и мостостроении [1, с. 1]. Однако перед инженером неизбежно встает дилемма: какой материал выбрать для усиления? На одной чаше весов – технологичные и дорогие углеродные ленты, на

другой – доступная и стойкая базальтопластиковая арматура. В данной работе проведен сравнительный анализ этих материалов с точки зрения механики, экономики и долговечности.

Для начала стоит обратиться к характеристикам «элиты» композитного мира – углеродным волокнам. Эти материалы, получаемые на основе полиакрилонитрила, обладают феноменальной жесткостью. В экспериментах с деревянными мостовыми брусьями, усиленными лентой Carbon Wrap Tape 230/150, было подтверждено, что материал работает как мощный «корсет» для древесины. Модуль упругости углеродных волокон варьируется в широком диапазоне (от 200 до 785 ГПа), но даже при ручном формовании композита реальный показатель составляет около 230–240 ГПа [2, с. 54]. Это на порядок выше, чем у самой древесины (10–14 ГПа).

С другой стороны, базальтопластик, производимый из расплава горных пород, предлагает иной баланс свойств. Хотя по жесткости базальт уступает углю, он существенно превосходит стекловолокно и обладает уникальной химической стойкостью. Для наглядности основные физико-механические характеристики сведены в табл. 1.

Таблица 1 – Сравнительные свойства армирующих волокон

Характеристика	Углеродное волокно	Базальтовое волокно
Модуль упругости, ГПа	200–785	91–110
Прочность на растяжение, МПа	2200–7200	3000–4800
Плотность, г/см³	1,5–1,6	2,6–2,8
Ключевое преимущество	Максимальная жесткость	Химическая стойкость

Такая разница в жесткости играет ключевую роль. Согласно теории составных стержней, чем жестче арматура, тем большую долю нагрузки она забирает на себя, разгружая растянутую зону деревянной балки. Испытания на разрывной машине Instron показали, что предельная прочность углеродной ленты достигает 3810 МПа [2, с. 57]. Использование такого усиления позволяет не просто повысить прочность, но и кардинально изменить характер разрушения конструкции: из хрупкого, по порокам древесины, оно превращается в пластичное. Более того, высокая жесткость углепластика эффективно блокирует развитие деформаций ползучести, что критически важно для длинномерных балок, находящихся под постоянной нагрузкой.

Однако у углерода есть серьезный конкурент – базальтопластик. Этот материал производится из расплава горных пород и обладает уникальным набором свойств. Базальтовые волокна имеют плотность 2,6–2,8 г/см³ и прочность на разрыв 3000–4800 МПа, что сопоставимо с углеродом. Однако модуль упругости у них ниже – в пределах 91–110 ГПа [3, с. 30]. Казалось бы, проигрыш в жесткости очевиден. Но базальтопластиковая арматура берет свое в других аспектах.

Во-первых, это химическая стойкость. Деревянные конструкции часто применяются в агрессивных средах (склады удобрений, химические цеха, прибрежные зоны). Углеродные материалы, несмотря на инертность самого волокна, могут страдать от деградации полимерной матрицы, а стекловолокно боится щелочной среды бетона (если речь идет о комбинированных системах). Базальт же абсолютно равнодушен к солям, кислотам и щелочам, не подвержен электрохимической коррозии и не впитывает влагу [3, с. 33]. Это делает его идеальным кандидатом для внешнего армирования конструкций, контактирующих с внешней средой.

Во-вторых, экономика и температурная стабильность. Стоимость базальтового волокна существенно ниже углеродного, а его температурный диапазон эксплуатации впечатляет: материал выдерживает нагрев до 700–900 °С [3, с. 30], тогда как углепластики ограничены термостойкостью эпоксидного связующего. В случае пожара базальтовая сетка или стержень дольше сохранят целостность сечения, удерживая обугленную древесину от обрушения.

Важнейшим аспектом проектирования усиления является расчетная схема. Просто наклеить ленту недостаточно – необходимо обеспечить совместную работу материалов. Здесь вступает в силу методика расчета приведенного момента инерции се-

чения (lпр). Формулы демонстрируют, что эффективность включения арматуры в работу (βw) напрямую зависит от коэффициента армирования и соотношения модулей упругости [4, с. 132]. Для углеродного волокна этот коэффициент выше, что позволяет использовать меньшее количество материала для достижения того же эффекта.

Однако, учитывая высокую стоимость углерода, инженеры прибегают к хитрости – переменному армированию. Эпюра изгибающих моментов в балке неравномерна: максимум находится в центре пролета, а на опорах он равен нулю. Логично, что и армирование должно следовать этому закону. Расчеты нормальных напряжений (σ) и касательных напряжений (т) показывают, что плавное уменьшение сечения арматуры от середины к краям позволяет сэкономить материал без потери несущей способности. Но здесь кроется опасность: в месте обрыва или изменения сечения арматуры возникают пиковые касательные напряжения в клеевом шве, которые могут привести к скалыванию [4, с. 133]. Для углеродных лент с их высокой жесткостью этот риск выше, чем для более податливого базальта.

Нельзя обойти вниманием и альтернативные материалы, такие как стеклопластик или сравнительно новый на рынке продукт – арматура из вторичного полиэтилентерефталата (АСПЭТ). Анализ показывает, что АСПЭТ, хотя и обладает низким модулем упругости (27–47 ГПа) и прочностью (около 510 МПа), имеет право на жизнь в малонагруженных элементах благодаря своей дешевизне и экологичности [5, с. 50]. Но для серьезных изгибаемых элементов, где важна жесткость, он проигрывает и углю, и базальту. Углепластик, имея модуль упругости до 785 ГПа (в идеальных условиях), остается вне конкуренции для задач, где нужно минимизировать прогибы [5, с. 48].

Технологичность монтажа также вносит вклад в итоговую эффективность. Углеродные ленты требуют тщательной подготовки поверхности, грунтования и пропитки связующим (обычно эпоксидным). Это трудоемкий процесс, требующий высокой квалификации персонала. Ошибка в пропорциях смолы или нарушение температурного режима может свести на нет все преимущества дорогого волокна. Базальтопластиковая арматура часто поставляется в виде готовых стержней, которые можно вклеивать в пазы. Этот метод, известный как «near-surface mounted reinforcement», защищает арматуру слоем древесины и клея, повышая огнестойкость и вандалоустойчивость. Кроме того, базальтовые трубы и профили в 4,3 раза легче стальных, что упрощает логистику и монтаж без тяжелой техники [3, с. 33]. Однако именно роль железобетонных конструкций является основополагающей в обеспечении устойчивости и безопасности высотных зданий в городской среде. Их монолитное ядро и каркас эффективно противостоят ветровым и сейсмическим нагрузкам, гарантируя надежность самых амбициозных архитектурных проектов [6, с. 988].

Анализируя опыт применения АДК, стоит отметить положительное влияние армирования на эксплуатационные характеристики. Внедрение композитов позволяет снизить монтажный вес конструкций на 15–20% и сократить расход самой древесины на 35–45 % [1, с. 2]. Это не только прямая экономия, но и снижение нагрузки на фундаменты. В условиях длительной эксплуатации армирование берет на себя роль «стабилизатора», компенсируя реологические свойства древесины. Особенно это заметно при использовании углеродных лент, которые практически не ползут под нагрузкой.

В итоге, выбор между углеродом и базальтом – это выбор между максимальной эффективностью и рациональной достаточностью. Углеродные ленты незаменимы при реконструкции памятников архитектуры, увеличении несущей способности мостов и перекрытий, где нельзя менять габариты сечения. Их высокая цена окупается надежностью и минимальным весом. Базальтопластик же – «рабочая лошадка» для массового строительства, сельскохозяйственных объектов и сооружений в агрессивных средах. Его применение позволяет получить долговечную конструкцию за разумные деньги. Грамотное комбинирование этих материалов, использование методик переменного армирования и точный расчет напряжений в клеевых швах позволяют создавать деревянные конструкции нового поколения, отвечающие самым строгим требованиям современности.

Литература

1. Лобов Д.М. Особенности армирования деревянных элементов, усиленных углеродным волокном, при статическом изгибе / Д.М. Лобов, А.В. Крицин, А.В. Тихонов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – № 2(24). – С. 132–138. EDN QITLCN
2. Пономарев В.Б. Базальтовые и базальтопластиковые материалы для строительства / В.Б. Пономарев, А.Ц. Рапопорт // Базальтовые технологии. – 2012. – № 1. – С. 29–35. EDN RCASVB
3. Гиль А.И. Стеклопластиковая и углепластиковая арматура в строительстве: преимущества, недостатки, перспективы применения / А.И. Гиль, Е.Н. Бадалова, Е.Д. Лазовский // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. – 2015. – № 16. – С. 48–53. EDN VURVNH
4. Окольникова Г.Э. Перспективы использования композитной арматуры в строительстве / Г.Э. Окольникова, С.В. Герасимов // Экология и строительство. – 2015. – № 3. – С. 14–21. EDN VJSOVB
5. Экспериментальное и рассчётное исследование ленты из углеродного волокна для внешнего армирования деревянных мостовых брусьев / Ф. Ф. Хошимова [и др.] // Химия, физика и механика материалов. – 2022. – № 1(32). – С. 91–103. EDN NAZWKZ
6. Гринев Д.Д. Роль железобетонных конструкций в обеспечении устойчивости и безопасности высотных зданий в городской среде // Студенческая научно-исследовательская лаборатория: современное состояние и перспективы: Сборник научных статей III Международной студенческой междисциплинарной научно-практической конференции, Краснодар, 17–18 декабря 2024 года. – Краснодар : Академия маркетинга и социально-информационных технологий – ИМСИТ, 2024. – С. 986–991. EDN VOXOTU
7. Савин Н.С. Особенности применения лент из углеродных волокон для увеличения несущей способности конструкций / Н.С. Савин, А.Н. Леонова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 2. – С. 158–161.
8. Леонова А.Н. Усиление деревянных конструкций композитными материалами / А.Н. Леонова, Х.Э. Акритов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 329–333.

References

1. Lobov D.M. Features of Reinforcement of Wooden Elements Reinforced with Carbon Fiber under Static Bending / D.M. Lobov, A.V. Kritsin, A.V. Tikhonov // Bulletin of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering. – 2013. – № 2(24). – P. 132–138. EDN QITLCN
2. Ponomarev V.B. Basalt and Basalt-Plastic Materials for Construction / V.B. Ponomarev, A.Ts. Rapoport // Basalt Technologies. – 2012. –№ 1. – P. 29–35. EDN RCASVB
3. Gil A.I. Fiberglass and Carbon Fiber Reinforced Plastic Reinforcement in Construction: Advantages, Disadvantages, and Application Prospects / A.I. Gil, E.N. Badalova, E.D. Lazovsky // Bulletin of Polotsk State University. Series F. Construction. Applied Sciences. – 2015. – № 16. – P. 48–53. EDN VURVNH
4. Okolnikova G.E. Prospects for the Use of Composite Reinforcement in Construction / G.E. Okolnikova, S.V. Gerasimov // Ecology and Construction. – 2015. – № 3. – P. 14–21. EDN VJSOVB.
5. Experimental and computational study of carbon fiber tape for external reinforcement of wooden bridge beams / F.F. Khoshimova [et al.] // Chemistry, Physics and Mechanics of Materials. – 2022. – № 1(32). – P. 91–103. EDN NAZWKZ
6. Grinev D.D. The role of reinforced concrete structures in ensuring the stability and safety of high-rise buildings in the urban environment // Student research laboratory: current state and prospects: collection of scientific articles of the III International Student Interdisciplinary Scientific and Practical Conference, Krasnodar, December 17–18, 2024. – Krasnodar : Academy of Marketing and Social and Information Technologies – IMSIT, 2024. – P. 986–991. EDN VOXOTU
7. Savin N.S. Features of the use of carbon fiber tapes to increase the load-bearing capacity of structures / N.S. Savin, A.N. Leonova // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2025. – № 2. – P. 158–161.
8. Leonova A.N. Strengthening wooden structures with composite materials / A.N. Leonova, Kh.E. Akritov // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 329–333.

УДК 656

ВНЕДРЕНИЕ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ В ТРАНСПОРТНУЮ СИСТЕМУ Г. КРАСНОДАРА В СРАВНЕНИИ С ЗАГРАНИЧНЫМ ОПЫТОМ

♦♦♦♦♦

INTRODUCTION OF INDIVIDUAL MOBILITY DEVICES INTO THE TRANSPORT SYSTEM OF KRASNODAR IN COMPARISON WITH FOREIGN EXPERIENCE

Барда В.С.
Кубанский государственный технологический университет

Вальков Е.Д.
Кубанский государственный технологический университет

Кабишева В.М.
Кубанский государственный технологический университет

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

Аннотация. В статье анализируются проблемы интеграции средств индивидуальной мобильности (СИМ) в транспортную систему Краснодара, в частности слабая дорожная инфраструктура и недостаточное нормативное регулирование. Проведена сравнительная характеристика с международным опытом Германии, Сингапура и Швеции в области специализированной дорожной разметки, светофоров и парковочных зон. Рассмотрены технические решения ведущих мировых операторов кикшеринга, включая высокоточную навигацию, системы компьютерного зрения и телематику для повышения безопасности. Предложены направления модернизации инфраструктуры и внедрения современных технологий для снижения аварийности с участием СИМ.

Ключевые слова: средства индивидуальной мобильности (СИМ), дорожная инфраструктура, кикшеринг, транспортная безопасность, городская мобильность, интеллектуальные транспортные системы.

Barda V.S.
Kuban State Technological University

Valkov E.D.
Kuban State Technological University

Kabisheva V.M.
Kuban State Technological University

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

Annotation. The article analyzes the problems of integrating personal mobility vehicles (PMVs) into the transport system of Krasnodar, in particular, weak road infrastructure and insufficient regulatory framework. A comparative description with the international experience of Germany, Singapore and Sweden in the field of specialized road markings, traffic lights and parking zones is carried out. Technical solutions of the world's leading kick-sharing operators, including high-precision navigation, computer vision systems and telematics to improve safety, are considered. Directions for infrastructure modernization and implementation of modern technologies to reduce accidents involving PMVs are proposed.

Keywords: personal mobility vehicles (PMV), road infrastructure, kick-sharing, transport safety, urban mobility, intelligent transport systems.

На данный момент средства индивидуальной мобильности пользуются большой популярностью среди жителей Краснодара и страны в целом. Количество СИМ растёт, вместе с чем увеличивается и количество ДТП с участием СИМ. Ведётся активная работа по интегрированию СИМ в транспортную структуру города. Хоть средства индивидуальной мобильности и модернизируются с каждым годом, у них имеются проблемы с законодательным применением и технической частью. Для решения вопроса было обращено внимание на международный опыт использования СИМ и проведена сравнительная характеристика использования СИМ в г. Краснодаре и других странах [1].

Одним из ключевых недостатков управления СИМ является проблема слабой дорожной инфраструктуры для данного транспортного средства. На данный момент только около 10–15 улично-дорожной сети оборудованы велодорожками для передвижения СИМ, обособлены из них – около 2 процентов, в правилах дорожного движения имеются всего 3 дорожных знака регулирующих движение СИМ, для безопасного движения по городу этого недостаточно. В Германии устанавливается дорожный знак «разрешено для электросамокатов», разрешая проезд именно СИМ, а не только велосипедам. На велополосах, где разрешены СИМ, устанавливаются светофоры с пиктограммой самоката или велосипеда, светофоры регулируют движение отдельно от автомобильного трафика [2].

На данный момент улично-дорожная сеть г. Краснодара имеет только один такой светофор на улице Северной, такого количества недостаточно для регулирования движения СИМ. Так же ещё в некоторых городах применяются специальные светофоры для СИМ. В Сингапуре светофоры для СИМ применяются на пешеходных и смешанных дорожках. Там используются индивидуальные сигналы на переходах через оживлённые дороги. Установка подобных светофоров поможет разделить участников движения на СИМ и пешеходов и минимизировать риск столкновения с последними, что существенно уменьшит количество ДТП СИМ с пешеходами.

В Испании используются специальные обозначенные коридоры для СИМ. Обозначаются как разметка самокатов на велодорожке, специальные таблички «Разрешено передвижение СИМ», Зоны часто разделены от велодорожек и пешеходных маршрутов. В Швеции на асфальте наносят контуры самокатов с буквами «E-SCOOTER», зелёная краска обозначает разрешённые зоны парковки, специальные «No Ride Zones» указаны красной разметкой или табличками. В городе Краснодаре кикшеринговыми компаниями применяется система «цветов» для СИМ, не позволяющая продолжить движение на запрещённом участке, но распространяется данная система только на арендные ТС. Участники движения, имеющие в своём владении электросамокат часто, не замечают дорожный знак, установленный на запрещённом участке дороги и продолжают движение по нему. Нанесение подобной разметки позволит более отчётливо видеть зоны, движение на которых запрещено пользователям СИМ [3].

Так же нельзя не упомянуть отслеживание данных транспортных средств. Точность чипов, установленных в арендных электросамокатов, составляет 7–9 метров, что сказывается на движении пользователя. Даже не находясь на участке, в котором скорость ограничена, транспортное средство может снизить скорость из-за неточности собираемых данных, на это так же влияет плотная застройка города. В Краснодаре так же наблюдаются перебои в работе мобильной сети, что делает отслеживание СИМ практически невозможным. Самокаты марок «Tier» и «Lime» высокоточная навигация с поддержкой многочастотных сигналов с точностью 50–100 сантиметров. Так же интегрирован так называемый Real-Time Kinematic, особенно в местах с плотной застройкой. Благодаря его работе местоположение СИМ отображается максимально точно, расхождение с действительностью достигает несколько сантиметров. Внедрение этого решения в средства индивидуальной мобильности в городе Краснодаре помогло бы операторам получать детальную информацию о движении пользователей, исключить некорректное отображение транспортного средства.

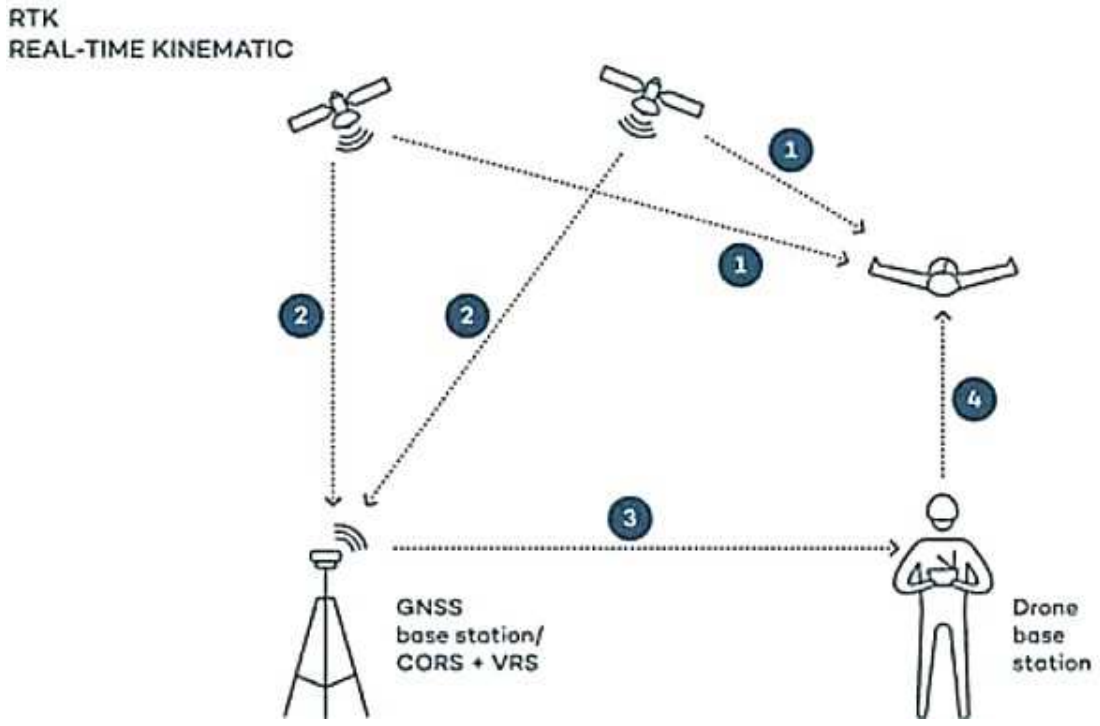


Рисунок 1 – Пример работы Real-Time Kinematic

Некорректная работа GPS сказывается и на парковке транспортного средства. В Японии, Дании и Мюнхене очень тщательно проверяются фото, сделанные пользователями при окончании парковки. Завершить аренду вне зоны – невозможно, система будет продолжать списывать деньги, пока пользователь не поставит самокат на парковку в специально отведённой док-станции для СИМ. Штрафы за нарушение парковки примерно от 7000 до 12000 в рублевом эквиваленте.

В некоторых городах так же активно внедряется искусственный интеллект в средства индивидуальной мобильности. Например, электросамокаты компании Voi могут определять тип покрытия, по которому движется пользователь (тротуар, велодорожка или дорога), различать тип езды и анализировать движение пешеходов вокруг, подстраивая поведение самоката. Помимо этого, самокаты компании оснащены камерами, установленными в переднюю часть самоката. Они обеспечивают распознавание объектов и могут использоваться для съёмки парковки (доказательства правильности ее выполнения). Электросамокаты компании Lime и Bird определяют стиль вождения пользователя, накапливают «рейтинг», и, если езда пользователя постоянно агрессивная – могут заблокировать доступ к использованию. Помимо этого, в данных электросамокатах применяются датчики препятствий и инерциальные датчики, которые распознают приближение к бордюру, стене, другому транспорту и могут скорректировать движение. Так же они способны обнаружить падение, удар и перенос самоката. Самокаты компании «Tier» используют IoT-модули и телематику. Это позволяет им получать постоянную передачу данных о состоянии самоката и воздействовать на пользователя в режиме реального времени (например, блокировать устройство, менять параметры, следить за безопасностью) [5].

Подобные технические решения, а также изменения инфраструктуры для СИМ поспособствуют снижению аварийности на улично-дорожной сети и комфортному передвижению пользователей.

Литература

1. Статистика ДТП с участием средств индивидуальной мобильности в РФ за 2024 год: аналитический отчёт / ГИБДД РФ. – М. : ГИБДД, 2025. – 134 с.
2. Петров А.С. Зарубежный опыт регулирования средств индивидуальной мобильности : монография / А.С. Петров; ФГБОУ ВО «Российский университет транспорта». – М. : Транспортные системы, 2023. – 112 с.
3. Smith J. Micro-mobility Infrastructure Development: International Best Practices: monograph / J. Smith; International Transport University. – London : Urban Transportation Press, 2023. – 215 p.
4. Анализ развития инфраструктуры для СИМ в городах-миллионниках России / НИИ транспорта и дорожного хозяйства. – М. : НИИ ТДХ, 2023. – 98 с.

References

1. Statistics of Road Accidents Involving Personal Mobility Vehicles in the Russian Federation for 2024: Analytical Report / Traffic Police of the Russian Federation. – M. : Traffic Police, 2025. – 134 p.
2. Petrov A.S. Foreign Experience in Regulating Personal Mobility Vehicles : monograph / A.S. Petrov; Russian University of Transport. – M. : Transport Systems, 2023. – 112 p.
3. Smith J. Micro-mobility Infrastructure Development: International Best Practices: monograph / J. Smith; International Transport University. – London : Urban Transportation Press, 2023. – 215 p.
4. Analysis of PMV Infrastructure Development in Million-Plus Cities in Russia / Research Institute of Transport and Road Facilities. – M. : RITRF, 2023. – 98 p.

УДК 697.95

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В СИСТЕМАХ РЕКУПЕРАЦИИ

♦♦♦♦♦

PROSPECTS FOR THE USE OF NEW GENERATION THERMOELECTRIC MODULES IN HEAT RECOVERY SYSTEMS

Беликова Надежда Борисовна
старший преподаватель,
Иркутский национальный исследовательский технический университет
Ageevv@mail.ru

Кирмач Муарем Рустемович
магистрант,
Иркутский национальный исследовательский технический университет
muarem_k@mail.ru

Бадмаев Семён Игоревич
магистрант,
Иркутский национальный исследовательский технический университет
semoyn.badmaev.2002@gmail.com

Баширина Наталья Сергеевна
магистрант,
Иркутский национальный исследовательский технический университет
volkova261279@mail.ru

Аннотация. В данной статье исследуется, как система приточно-вытяжной вентиляции с функцией рекуперации тепла влияет на состояние строительных конструкций в течение всего года, в частности, на их тепловые и влажностные характеристики. Результаты показывают, что рекуперация тепла не только обеспечивает значительную экономию энергии, но и продлевает долговечность строительных материалов, снижая температурные деформации и предотвращая скопление влаги. Для обеспечения независимого питания дополнительных функций рекуператоров, авторы предлагают инновационное решение: термоэлектрические модули с уникальной ориентацией сторон. Эти модули способны генерировать энергию при более низком перепаде температур (40 °С против 70 °С у традиционных), демонстрируя при этом стабильную работу под нагрузкой. Это открывает путь к разработке полностью автономных вентиляционных систем.

Ключевые слова: рекуперация тепла, ограждающие конструкции, влажностный режим, термоэлектрический генератор, энергоэффективность, конденсация влаги.

Belikova Nadezhda Borisovna
Senior Lecturer,
Irkutsk National Research Technical University
Ageevv@mail.ru

Kirmach Muarem Rustemovich
Master's Student,
Irkutsk National Research Technical University
muarem_k@mail.ru

Badmaev Semyon Igorevich
Master's Student,
Irkutsk National Research Technical University
semoyn.badmaev.2002@gmail.com

Bashirina Natalya Sergeevna
Master's Student,
Irkutsk National Research Technical University
volkova261279@mail.ru

Annotation. This article examines how a supply and exhaust ventilation system with heat recovery impacts building structures year-round, specifically their thermal and humidity characteristics. The results demonstrate that heat recovery not only provides significant energy savings but also extends the life of building materials by reducing thermal deformations and preventing moisture accumulation. To independently power the additional functions of the heat recovery systems, the authors propose an innovative solution: thermoelectric modules with a unique side orientation. These modules are capable of generating energy at a lower temperature difference (40 °C versus 70 °C for traditional modules), while demonstrating stable operation under load. This paves the way for the development of fully autonomous ventilation systems.

Keywords: heat recovery, enclosing structures, humidity control, thermoelectric generator, energy efficiency, moisture condensation.

Воздухообмен, являющийся неотъемлемым атрибутом современных систем общеобменной вентиляции, оказывает существенное влияние на теплофизическое и влажностное состояние ограждающих конструкций (ОК) на протяжении всего года. Понимание механизмов этого влияния критически важно для проектирования долговечных, энергоэффективных и безопасных зданий. Ключевым элементом, обеспечивающим баланс между необходимым воздухообменом и энергопотреблением, яв-

ляются приточно-вытяжные установки с рекуперацией тепла (рекуператоры). Кроме снижения теплопотерь с вентиляционным воздухом, данные системы оказывают комплексное воздействие на температурно-влажностное поле ОК. Авторами выполнен сезонный анализ этого воздействия и предлагается способ повышения автономности рекуператоров за счет интеграции термоэлектрических генераторов нового типа, использующих сбросное тепло для выработки электроэнергии.

Воздухообмен, особенно принудительный, изменяет влажностный режим, усиливает конвективный теплообмен и создает перепады давления, влияющие на инфильтрационные потоки через неплотность.

В летнее время, характеризующееся высокими наружными температурами и влажностью, основную опасность представляет работа систем кондиционирования в сочетании с неконтролируемым притоком наружного воздуха. При наличии неплотностей в ОК влажный наружный воздух может проникать внутрь многослойных конструкций. Контактируя с охлажденными изнутри слоями (например, утеплителем), он достигает точки росы, что приводит к внутренней конденсации. Результатом становится увлажнение теплоизоляции, снижение ее термического сопротивления и развитие биоповреждений. Использование рекуператора, особенно с энтальпийным теплообменником, позволяет частично осушать приточный воздух, снижая риск как поверхностной, так и внутренней конденсации, а также уменьшая температурные деформации материалов за счет снижения тепловой нагрузки [1].

Переходные сезоны отличаются нестабильностью погодных условий и переменной влажностью. В это время рекуператор выступает в роли стабилизатора микроклимата. Эффективная утилизация тепла (или холода) из вытяжного воздуха позволяет поддерживать стабильную температуру в помещении, снижая термические напряжения в ОК. Энтальпийная рекуперация обеспечивает гибкое управление влажностью: при высокой наружной влажности приточный воздух осушается, предотвращая конденсацию на холодных поверхностях; при низкой – увлажняется, что исключает пересыхание и растрескивание отделочных материалов (дерева, штукатурки). Регулярный воздухообмен ликвидирует застойные зоны, где обычно формируются очаги плесени.

Зимой влияние рекуператора на состояние ОК становится наиболее значимым. Основная угроза связана с накоплением влаги, выделяемой при жизнедеятельности человека, внутри ограждающих конструкций. При отсутствии эффективной вентиляции теплый влажный воздух помещения диффундирует в холодные слои утеплителя, где конденсируется. Это приводит к целому ряду негативных последствий: увлажнение утеплителя и рост теплопотерь, коррозия металлических элементов, гниение деревянных конструкций, разрушение материалов при циклическом замораживании / оттаивании, развитие плесени. Рекуператор, удаляя избыточную влагу из помещения, кардинально снижает риск внутренней конденсации. Кроме того, возврат тепла из вытяжного воздуха позволяет поддерживать высокую температуру внутренних поверхностей, что уменьшает разницу температур на границе «помещение-ОК» и предотвращает образование конденсата на откосах и в углах [2].

Для реализации дополнительных функций (увлажнение/осушение, подогрев приточного воздуха, защита от обмерзания) и обеспечения работы автоматики рекуператорам требуется электроэнергия. Анализ существующих решений, в частности установок типа TURKOV, показывает, что в их конструкции отсутствуют встроенные источники питания для этих целей. Перспективным направлением является использование термоэлектрических генераторов (ТЭГ), преобразующих тепловой поток, рассеиваемый в воздуховодах, в электрическую энергию. Однако классические ТЭГ требуют высокого температурного градиента (ΔT), который не всегда достижим в штатных режимах работы вентиляции [3].

Для преодоления указанного ограничения была предложена конструкция термоэлектрического модуля с измененной пространственной ориентацией зон теплообмена (патент РФ № 2663748) [4]. В отличие от классического модуля, представляющего собой объемную фигуру с двумя малыми параллельными плоскостями, разделенными

столбиками полупроводников (расстояние 1–3 мм), новая технология основана на плоскостном исполнении с использованием сеткотрафаретной печати. Суть метода заключается в формировании полупроводниковых дорожек n- и p-типа на диэлектрической подложке. Технология позволяет варьировать геометрию, размеры и пространственную ориентацию частей модуля, а также увеличивать площадь тепловоспринимающей поверхности относительно тепловыделяющей. Такой подход дает возможность эффективно собирать тепло с больших поверхностей воздуховодов при сохранении необходимого для генерации градиента температуры.

Для верификации предложенного решения были изготовлены два образца термоэлектрических модулей с одинаковым количеством спаев (400) на основе теллурида висмута. Первый образец имел классическую конструкцию, второй – с пространственной ориентацией и увеличенной в два раза площадью теплопоглощающей стороны.

Эксперименты показали:

1. Классический модуль демонстрировал устойчивую работу при $\Delta T = 70$ °C. При увеличении токовой нагрузки с 2А до 5А наблюдалось «проседание» напряжения, что ограничивает его применение.

2. Модуль с пространственной ориентацией показал стабильную работу уже при $\Delta T = 40$ °C. Проседания напряжения при увеличении нагрузки зафиксировано не было, что свидетельствует о более высокой эффективности и устойчивости.

Далее к системе был подключен преобразователь напряжения, аккумулятор и нагревательный элемент мощностью 25 Вт. В течение четырех месяцев эксплуатации деградационных изменений в работе термоэлектрических модулей и вентиляционной системы выявлено не было.

Экспериментально подтверждено, что тепловая энергия, ранее рассеивавшаяся в окружающую среду с участка воздуховода, может быть преобразована в электрическую, достаточную для питания полезной нагрузки.

Полученные результаты имеют важное прикладное значение. Использование модуля с пространственной ориентацией позволяет эффективно утилизировать низкопотенциальное тепло вентиляционных выбросов, которое ранее не рассматривалось как энергетический ресурс. В проведенном эксперименте была задействована лишь одна сторона прямоугольного воздуховода сечением 100 × 100 мм^2 длиной 100 мм. При этом не использовались дополнительные устройства охлаждения или нагрева. С учетом этих факторов потенциал генерации может быть увеличен как минимум в четыре раза. Более того, конструктивные особенности существующих рекуператоров (например, TURKOV) и конфигурация воздуховодов позволяют увеличить площадь теплообмена в 20–30 раз без внесения существенных изменений в конструкцию. Это открывает возможность создания полностью или частично автономных рекуперационных систем, в которых выработка электроэнергии для управления и дополнительных функций осуществляется за счет утилизации собственных тепловых потерь.

Выводы

1. Контролируемый воздухообмен через рекуператоры оказывает определяющее влияние на долговечность ограждающих конструкций. Стабилизация температуры и влажности внутри помещения предотвращает внутреннюю конденсацию, снижает термические напряжения и исключает условия для биоповреждений, что особенно критично в зимний и летний периоды.

2. Применение термоэлектрических модулей нового типа с пространственной ориентацией зон теплообмена позволяет эффективно преобразовывать низкопотенциальное тепло вентиляционных выбросов в электрическую энергию. Экспериментально подтверждена их более высокая эффективность (работа при $\Delta T = 40$ °C против 70 °C для классических аналогов) и стабильность выходных характеристик под нагрузкой.

3. Интеграция разработанных термоэлектрических генераторов в системы приточно-вытяжной вентиляции создает предпосылки для создания автономных рекуперационных установок, способных обеспечивать энергией собственные цепи управления и дополнительные функциональные узлы без привлечения внешних источников питания.

Литература

1. Аксенов А.К. Описание процессов в энтальпийных мембранных теплообменниках систем вентиляции на основе законов тепломассопереноса / А.К. Аксенов, М.С. Самоделова // Components of Scientific and Technological Progress. – 2025. – № 10(112). – С. 8–14. EDN ERUVQV
2. Самарин О.Д. Обоснование применения энтальпийных утилизаторов в системах вентиляции и кондиционирования воздуха / О.Д. Самарин, М.С. Аншакова // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. – 2019. – № 4(208). – С. 54–57. EDN RHGPGK
3. Оптимизация работы вентиляционных систем на предприятиях общественного питания с помощью программируемых устройств и инфракрасных нагревательных элементов / И.Ю. Шелехов [и др.] // Энергосбережение и водоподготовка. – 2025. – № 1(153). – С. 38–45. EDN PMVLIP
4. Возобновляемые источники энергии: новые возможности использования термоэлектрических генераторов / И.Ю. Шелехов [и др.] // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2020. – Т. 10. – № 3(34). – С. 442–451. DOI 10.21285/2227-2917-2020-3-442-451. EDN SGWXOL

References

1. Aksyonov A.K. Description of processes in enthalpy membrane heat exchangers of ventilation systems based on the laws of heat and mass transfer / A.K. Aksyonov, M.S. Samodelova // Components of Scientific and Technological Progress. – 2025. – № 10(112). – P. 8–14. EDN ERUVQV
2. Samarin O.D. Justification for the use of enthalpy heat exchangers in ventilation and air conditioning systems / O.D. Samarin, M.S. Anshakova // Plumbing, Heating, Air Conditioning. – 2019. – № 4(208). – P. 54–57. EDN RHGPGK
3. Optimization of ventilation systems at public catering establishments using programmable devices and infrared heating elements / I.Yu. Shelekhov [et al.] // Energy saving and water treatment. – 2025. – № 1(153). – P. 38–45. EDN PMVLIP
4. Renewable energy sources: new possibilities of using thermoelectric generators / I.Yu. Shelekhov [et al.] // News of universities. Investments. Construction. Real estate. – 2020. – Vol. 10. – № 3 (34). – P. 442–451. DOI 10.21285/2227-2917-2020-3-442-451 EDN SGWXOL

УДК 004.5

АНТРОПОМОРФИЗМ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ: ИМИТАЦИЯ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ КАК ЧАСТЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА

♦♦♦♦♦

ANTHROPOMORPHISM IN LARGE LANGUAGE MODELS: IMITATION OF COGNITIVE FUNCTIONS AS A USER INTERFACE ELEMENT

Деревянко Иван Владимирович
студент,
Кубанский государственный технологический университет
xdlibraxd@mail.ru

Вонарх Юлия Сергеевна
старший преподаватель
кафедры информационных систем и программирования,
Кубанский государственный технологический университет
jul_nosova@mail.ru

Аннотация. В статье исследуется феномен антропоморфизма в современных больших языковых моделях (LLM). Изучаются передовые технологические основы обучения моделей, включая методы обучения с подкреплением на основе обратной связи от человека (RLHF), которые создают имитацию человеческого поведения. В работе обосновывается концепция, согласно которой антропоморфность больших языковых моделей является не признаком наличия сознания, а высокотехнологичным интерфейсом, оптимизированным для взаимодействия с пользователем. Проанализированы психологические эффекты восприятия искусственного интеллекта, такие как «Эффект Элизы», и их общее влияние на доверие пользователя к системе.

Ключевые слова: большие языковые модели, LLM, антропоморфизм, искусственный интеллект, эффект Элизы, пользовательский интерфейс, RLHF, этика ИИ.

Derevyanko Ivan Vladimirovich
Student,
Kuban State Technological University
xdlibraxd@mail.ru

Vonarkh Yulia Sergeevna
Senior Lecturer of the Department
of Information Systems and Programming,
Kuban State Technological University
jul_nosova@mail.ru

Annotation. The article explores the phenomenon of anthropomorphism in modern large language models (LLMs). Advanced technological foundations of model training are examined, including reinforcement learning from human feedback (RLHF) methods that create an imitation of human behavior. The study primarily substantiates the concept that the anthropomorphic nature of large language models is not a sign of consciousness, but a high-tech interface optimized for user interaction. Psychological effects of artificial intelligence perception, such as the «Eliza effect», and their overall impact on user trust in the system are analyzed.

Keywords: large language models, LLM, anthropomorphism, artificial intelligence, Eliza effect, user interface, RLHF, AI ethics.

В последние годы большие языковые модели (Large Language Models, LLM) совершили качественный переход от узкоспециализированных инструментов к универсальным ассистентам, способным поддерживать диалог с пользователем на естественном для него языке. Широкое распространение данных систем привело к возникновению выраженного феномена антропоморфизма – склонности пользователей приписывать алгоритмам человеческие черты, волю и наличие сознания [1]. Актуальность исследования обусловлена необходимостью разграничения реальных когнитивных способностей искусственного интеллекта и имитационных паттернов поведения, заложенных в их архитектуру для оптимизации пользовательского опыта.

Архитектура Transformer и методы обучения моделей

В основе функционирования больших языковых моделей лежит архитектура Transformer, которая базируется на механизмах самовнимания (self-attenction) [2]. С технической точки зрения процесс генерации ответа представляет собой последовательное статистическое предсказание следующего наиболее вероятного токена в заданной текстовой последовательности. Однако модель, обученная на огромных массивах неструктурированных данных, в основном демонстрирует несвязное поведение, которое пользователь не сможет понять вовсе, вследствие чего контекст диалога с машиной теряется.

Для создания осмысленного диалога применяется технология обучения с подкреплением на основе обратной связи от пользователя (RLHF). На этом этапе живые операторы (асессоры) оценивают ответы модели, ожидая увидеть ответы, которые соответствуют логике.

Формирование имитационных паттернов поведения

В процессе RLHF асессоры не только оценивают логическую связность ответов, но и осуществляют настройку этической стороны модели. Особое внимание уделяется параметрам безопасности и полезности: модель обучается отклонять или игнорировать деструктивные запросы и придерживаться заданного тона общения. На данном этапе происходит формирование имитационных паттернов: если асессоры ставят целью получать ответы, содержащие сочувствие или человеческую индивидуальность, то модель закрепляет эти стратегии как наиболее эффективные для взаимодействия. Таким образом, «личность» искусственного интеллекта становится результатом статистической оптимизации под ожидания человека, но вовсе не продуктом самосознания системы. Модель эффективно «притворяется» субъектом диалога, «персоной», так как именно такая форма интерфейса обеспечивает наивысший уровень удержания внимания и комфорта пользователя.

Психологические аспекты эффекта Элизы

Феномен антропоморфизма в контексте взаимодействия с LLM базируется на естественных психологических установках человеческого сознания [3]. Ключевым фактором здесь выступает известный «эффект Элизы» – склонность человека ошибочно приписывать компьютерной программе одушевлённые качества и понимание смыслов, исключительно основываясь на внешней убедительности текстовых ответов [4].

Наглядно «эффект Элизы» усиливается в условиях современного социального контекста. Рост уровня социальной изоляции и дефицит качественного межличностного общения вызывают потребность в дешёвом, удобном и всегда доступном для диалога субъекте. LLM, благодаря своей архитектуре, заполняют этот социальный вакуум, становясь для пользователя некоторым суррогатным собеседником. Склонность к одушевлению предметов, зачастую неосознаваемая самим разумом, в данном случае переносится на цифровой интерфейс, превращая статистический алгоритм в подобие «личности» в восприятии человека.

Этические риски и проблема доверия к алгоритмам

Центральная этическая проблема – размытие границ восприятия искусственного интеллекта как инструментального средства. Когда пользователь перестаёт воспринимать LLM как алгоритмическую систему, направленную на решение прикладных или творческих задач, возникает феномен избыточного доверия к фактически неполноценно достоверным алгоритмам [5].

Возникает обоснованная, не обязательно намеренная, провокация разработчиками самой модели. Когда пользователь начинает перекладывать ответственность за принятие решений в личной и социальной сферах. Подобная опора на искусственный интеллект в вопросах формирования жизненных стратегий влечёт за собой риск эрозии личной идентичности и деградации навыков самостоятельного выбора. В этом смысле антропоморфизм выступает как манипулятивный фактор: «благодетельный» интерфейс снижает порог критического восприятия, заставляя принимать статистически вероятные ответы за истину, что может привести человека к совсем не тому которое он предполагал ранее, и направить его к выбору деструктивных решений в реальной жизни.

Антропоморфизм больших языковых моделей является не побочным эффектом их развития, а сознательно сконструированным элементом развитого интерфейса. Технология RLHF и психологические механизмы образуют эффективную среду для пользования с огромными массивами данных через уже обыденную форму диалога.

Несмотря на этические риски и проблемы деформации личной идентичности при чрезмерном доверии к алгоритмам, антропоморфизация искусственного интеллекта открывает новые возможности для социальной поддержки или её иллюзии. В условиях растущей изоляции использование нейросетей как суррогатных собеседников не

является деструктивным фактором при условии осознанного подхода пользователя к искусственному интеллекту как к инструменту, а не как к субъекту. Человечество стоит на пороге более глубокой интеграции с искусственным интеллектом, где «человечность» интерфейса станет стандартом многих цифровых продуктов, облегчающих когнитивную нагрузку. Дальнейшее развитие систем должно быть направлено на соблюдение баланса между удобством антропоморфного взаимодействия и сохранением критического мышления пользователя.

Литература

1. Luger G.F. LLMs: Their Past, Promise, and Problems // International Journal of Semantic Computing. – 2024. – Vol. 18. – № 3. – P. 501–544.
2. The rise of transformers – redefining the landscape of artificial intelligence / N.S.D. Ladu [et al.] // Babylonian Journal of Artificial Intelligence. – 2025. – P. 72–76.
3. Гаврилина Е.А. Агентность не-человеков: взаимодействие людей и автономных интеллектуальных систем // Философские проблемы информационных технологий и киберпространства. – 2023. – № 1(21). – С. 44–51.
4. Вейценбаум Дж. Возможности вычислительных машин и человеческий разум. От суждений к вычислениям. – М. : Радио и связь, 1982.
5. Large language model for predicting altered mental status in dementia patients using electronic health records / J. Wu [et al.] // Alzheimer's & Dementia. – 2025. – Vol. 21. – № S4.

References

1. Luger G.F. LLMs: Their Past, Promise, and Problems // International Journal of Semantic Computing. – 2024. – Vol. 18. – № 3. – P. 501–544.
2. The rise of transformers – redefining the landscape of artificial intelligence / N.S.D. Ladu [et al.] // Babylonian Journal of Artificial Intelligence. – 2025. – P. 72–76.
3. Gavrilina E.A. Agency of non-humans: interaction between humans and autonomous intelligent systems. Philosophical Problems of IT and Cyberspace. – 2023. – № 1(21). – P. 44–55.
4. Weizenbaum J. Computer Power and Human Reason: From Judgment to Calculation. – M. : Radio i svyaz, 1982.
5. Large language model for predicting altered mental status in dementia patients using electronic health records / J. Wu [et al.] // Alzheimer's & Dementia. – 2025. – Vol. 21. – № S4.

УДК 656.073

ГРУЗООБОРОТ РОССИИ: НОВЫЕ ТОРГОВЫЕ ПУТИ КАК БАРОМЕТР ЭКОНОМИКИ

♦♦♦♦♦

RUSSIA'S CARGO TURNOVER: NEW TRADE ROUTES AS AN ECONOMIC BAROMETER

Домбровский А.Н.
Кубанский государственный технологический университет

Мотренко Д.А.
Кубанский государственный технологический университет

Коновалова Т.В.
Кубанский государственный технологический университет

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

Тыргалов К.В.
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В данной статье авторы рассматривают грузооборот России при текущей международной обстановке, разнообразные торговые пути, которые задают тон мировой и российской экономике.

Ключевые слова: транспорт, грузовые перевозки, транспортное сообщение, логистика, экономика.

Dombrovsky A.N.
Kuban State Technological University

Motrenko D.A.
Kuban State Technological University

Konovalova T.V.
Kuban State Technological University

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

Tyrgalov K.V.
Kuban State Technological University

Annotation. In this article, the authors examine Russia's cargo turnover in the current international environment and the various trade routes that set the tone for the global and Russian economies.

Keywords: transport, freight transportation, transport links, logistics, economics.

После изменения международной обстановки грузопотоки не сократились, а перестроились, демонстрируя устойчивый рост. Анализ данных показывает, куда и почему смещаются торговые потоки.

Ключевые направления роста (лидеры по динамике спроса):

1. Грузия: беспрецедентный рост (+81 % в среднем по России). Региональные особенности: Рост колоссальный в отдельных округах: Приволжский ФО (+187 %), Северо-Западный ФО (+115 %).

Что везут: промышленное оборудование, сырье, готовая продукция, товары повседневного спроса (напитки, продукты).

Причина: Грузия стала естественным логистическим направлением для южных и центральных регионов России. Несмотря на политическую сложность, на границе сохраняются добрососедские торговые связи.

2. Китай: стабильный ключевой партнер (+41 %). Региональные особенности: наиболее интенсивный рост у Уральского ФО (+58 %) и Дальневосточного ФО (+21 %).

Что везут: В Россию – электроника, одежда, товары для дома (доминирующие позиции на рынке). Из России – промышленное оборудование, сырье (например, технический углерод) [1].

Причина: Эффективные логистические цепочки, поддерживаемые на государственном уровне. Китайские товары сдерживают инфляцию в России в массовых категориях.

3. Страны ЕАЭС и СНГ: новые логистические хабы. Армения: Рост на 27 % (в Приволжском ФО – более чем в 3 раза). Казахстан: Рост на 21 %. Через него в Россию поступают люксовые и масс-маркет бренды (Zara, H&M), которые ушли с рынка. Беларусь: Рост на 13 %. Является поставщиком как собственных товаров, так и европейских брендов. Особый интерес в Сибирском ФО (рост в 4+ раза) и Уральском ФО (+52 %).

4. Япония: нишевый, но растущий интерес (+12 %)

Что везут: Б/у автомобили и мотоциклы, редкие запчасти, электроника, инструменты для хобби. Особенность: рост интереса не означает массовых потоков. Это нишевая активность, обусловленная скорее туристической открытостью Японии, чем отработанной логистикой.

Показатели грузооборота по странам (средний по Росси) представлены на рисунке 1.

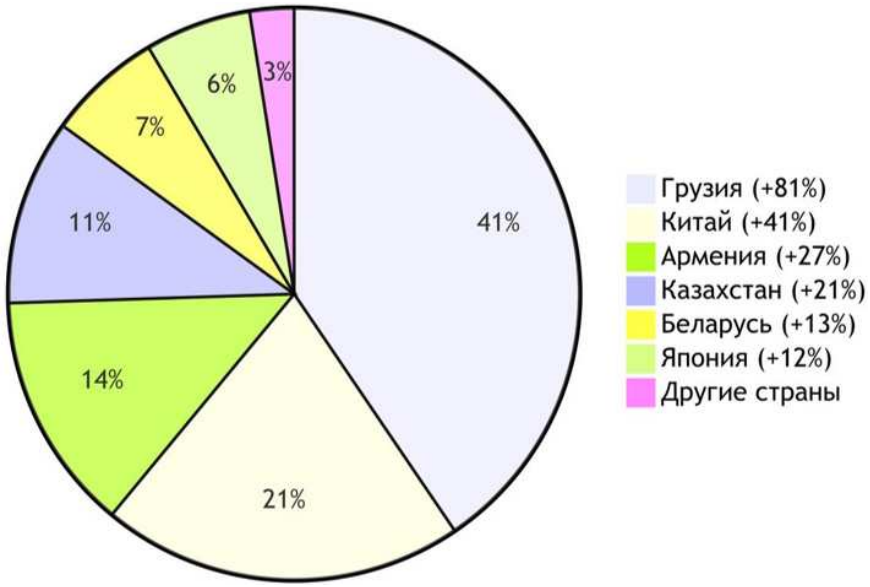


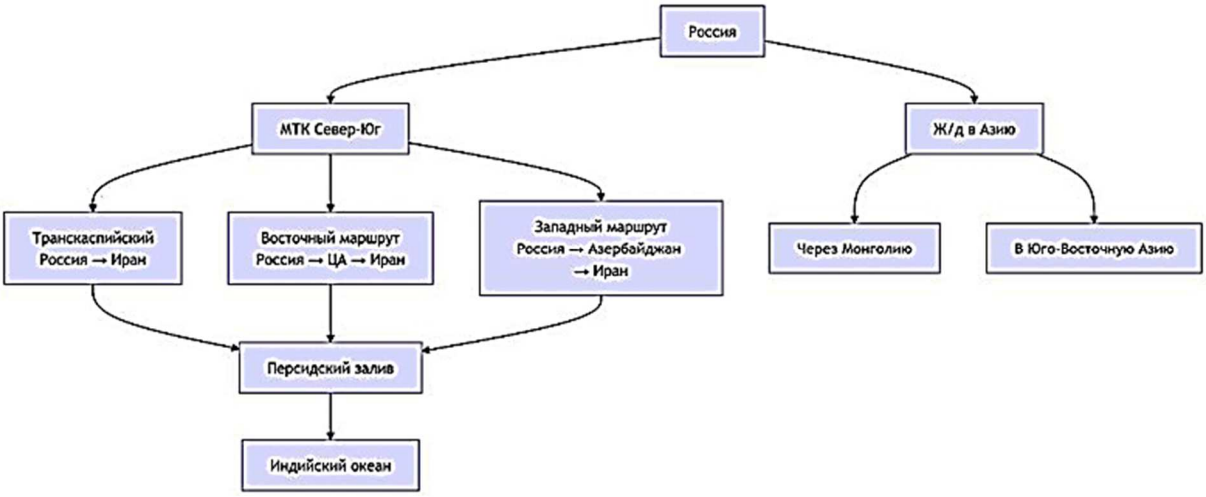
Рисунок 1 – Структура мирового грузооборота

Влияние на экономику и потребителя. Для бизнеса: Возможность диверсифицировать рынки сбыта (экспорт) и закупок (импорт). Бизнес активно везет за границу промышленное оборудование и сырье, что поддерживает российских производителей. Для потребителя: Расширение ассортимента: На полках появляется больше товаров, включая те, что официально покинули рынок. Сдерживание цен: Массовый импорт из Китая в категориях электроники, одежды и товаров для дома создает конкуренцию и не дает ценам резко расти. Товары массового спроса могут даже дешеветь. Давление на цены: с другой стороны, рост экспорта может создавать дефицит и подталкивать вверх цены на некоторые категории товаров (например, сырье и продукты) внутри России. Главный тренд: происходит регионализация логистики. Разные федеральные округа находят своих наиболее эффективных партнеров, исходя из географического положения и логистической выгоды. Это доказывает, что торговая «кровеносная система» экономики адаптируется, создавая новые, подчас неожиданные, но устойчивые связи. Трансформация логистики: главные маршруты будущего [2].

Из-за санкций и запрета на транзит через ЕС российская логистика переживает фундаментальную перестройку. Основная задача – найти новые эффективные маршруты, чтобы сохранить прибыль и клиентов. В фокусе – развитие связей с Азией, Ближним Востоком и Индийским океаном.

Ключевые направления развития на ближайшие 5 лет – Международный транспортный коридор (МТК) «Север-Юг». Этот маршрут – один из главных приоритетов, альтернатива традиционным пути через Европу. Он связывает северо-запад ЕАЭС, страны Балтии и Скандинавии с Центральной Азией, Персидским заливом и портами Индийского океана.

В рамках коридора выделяют основные ветки: Транскаспийский маршрут и Путь через порты Астрахани и Махачкалы в России. Схема: Грузы перевозят судами по Каспийскому морю в порты Ирана, а далее доставляют по территории Ирана автомобильным или железнодорожным транспортом.



– Восточный маршрут

Путь: Через Казахстан, Узбекистан и Туркменистан.

Схема: Выход на железнодорожную сеть Ирана. Также активно используется автомобильная дорога, связывающая Туркменистан, страны Центральной Азии и Иран.

– Западный маршрут

Путь: Через Астрахань, Махачкалу, Самур (Россия) и Азербайджан.

Схема: Сухопутный маршрут через Кавказ, позволяющий выйти в Иран и далее на юг.

Новые железнодорожные маршруты: фокус на Азию. Параллельно усиливается развитие сухопутных путей в восточном направлении, чтобы укрепить связь с быстрорастущими рынками Азии. Через Монголию: Развивается путь, пролегающий через реку Амур и Монголию. В Юго-Восточную Азию (ЮВА): создаются и усиливаются сухопутные коридоры в страны ЮВА через Центральную Азию, обеспечивая альтернативу морским перевозкам [3].

Итог: куда движется логистика? География грузопотоков кардинально меняется. Вместо западного направления через ЕС, фокус смещается на юг (Иран, Индия, страны Персидского залива) и восток (Монголия, Юго-Восточная Азия). Главный тренд: Диверсификация логистических рисков за счет создания сети мультимодальных маршрутов (сочетание морского, железнодорожного и автомобильного транспорта), которые не зависят от политики западных стран. Это определяющая стратегия на ближайшие пять лет.

Литература

1. Соболев В.М. Повышение эффективности контрольно-надзорной деятельности на транспорте : монография / В.М. Соболев, Изюмский А.А., Мотренко Я.А.; ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2023. – 200 с.
2. Коновалова Т.В. Организация движения : учеб. пособие / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, И.Н. Котенкова. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2023. – 283 с.
3. Коновалова Т.В. Устойчивое развитие городской транспортной системы / Т.В. Коновалова, И.С. Сенин, И.Н. Котенкова; ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2023. – 232 с.

References

1. Sobolev V.M. Increasing the efficiency of control and supervisory activities in transport : monograph / V.M. Sobolev, A.A. Izyumsky, Y.A. Motrenko; FSBEI HE «KubSTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2023. – 200 p.
2. Konovalova T.V. Organization of movement : textbook / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, I.N. Kotenkova. – Krasnodar : Publishing house. FSBEI HE «KubSTU», 2023. – 283 p.
3. Konovalova T.V. Sustainable development of the urban transport system / T.V. Konovalova, I.S. Senin, I.N. Kotenkova; FSBEI HE «KubSTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2023. – 232 p.

УДК 669.14.018

УПРАВЛЕНИЕ СТРУКТУРНЫМ СОСТОЯНИЕМ СПЛАВОВ С РАЗЛИЧНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ УПРОЧНЕНИЯ ПРИ БЫСТРОМ НАГРЕВЕ

♦♦♦♦♦

CONTROLLING THE STRUCTURAL STATE OF ALLOYS WITH DIFFERENT STRENGTHENING MECHANISMS DURING RAPID HEATING

Думанский Игорь Олегович
кандидат технических наук,
доцент,
доцент кафедры инжиниринга
транспортно-технологических средств и оборудования,
Северный (Арктический) федеральный университет
имени М.В. Ломоносова
i.dumanskij@narfu.ru

Думанский Андрей Игоревич
кандидат технических наук,
заведующий лабораторией кафедры инжиниринга
транспортно-технологических средств и оборудования,
Северный (Арктический) федеральный университет
имени М.В. Ломоносова
a.dumanskij@narfu.ru

Аннотация. Данная статья посвящена рассмотрению особенностей структурообразования в сплавах с различными механизмами упрочнения, а также возможностям и результатам применения скоростного нагрева для управления структурным состоянием этих сплавов.

Ключевые слова: термическая обработка, скоростной нагрев, управление структурообразованием, эксплуатационные свойства сплавов.

Dumansky Igor Olegovich
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Engineering of Transport
and Technological Means and Equipment,
Northern (Arctic) Federal University
named After M.V. Lomonosov.
i.dumanskij@narfu.ru

Dumansky Andrey Igorevich
Candidate of Technical Sciences,
Head laboratory of the Department
of Engineering of Transport
and Technological Means and Equipment,
Northern (Arctic) Federal University
named After M.V. Lomonosov.
a.dumanskij@narfu.ru

Annotation. This article examines the characteristics of structure formation in alloys with different strengthening mechanisms, as well as the potential and results of using rapid heating to control the structural state of these alloys.

Keywords: heat treatment, rapid heating, control of structure formation, alloy performance properties.

Для пружинных сталей перлитного класса с мартенситным механизмом упрочнения, используемых для изготовления широкого спектра упругих элементов (винтовых и пластинчатых пружин, рессор, торсионов) основными эксплуатационными свойствами являются высокая упругость, выносливость и релаксационная стойкость. В некоторых случаях этот комплекс свойств может быть дополнен повышенной теплостойкостью (клапанные пружины) и стойкостью к абразивному износу (рессоры). Использование СТО с электронагревом позволяет формировать оптимальное структурное состояние пружинных сталей любой легированности, необходимое для получения таких комплексов свойств. В частности, на стадии аустенитизации при закалке упругих элементов с применением скоростных нагревов и точно подобранных температуры и изотермических выдержек реализуется получение особомелкозернистого аустенита с оптимальной степенью неоднородности по углероду и легирующим элементам, а также с возможностью наследования деформационного и фазового наклепа предыдущих стадий упрочняющей обработки. После закалочного охлаждения кристаллы мартенсита, полученные на базе такого аустенита, отличаются меньшими размерами, повышенным содержанием углерода, но при более неоднородном распределении, меньшей степенью двухфазового распада, что определяет более высокий уровень микронапряжений в мартенсите при несколько большем количестве остаточного аустенита, чем после традиционной закалки. Последующий отпуск такого мартенсита, особенно после обработки сталей после закалки холодом для снижения влияния остаточного аустенита, дает возможность сохранить достаточно высокую степень деформационного и фазового наклепа, а также сформировать измельченную субзеренную структуру с образованием высокодисперсных карбидов [1].

Полученная таким образом структура пружинных сталей перлитного класса позволяет повысить уровни пределов упругости и выносливости в 1,5–2 раза при удовлетворительной релаксационной стойкости, в том числе и «теплой». Определенный резерв в приросте пружинного комплекса свойств этих сталей дает и последующий динамический скоростной отпуск (под нагрузкой), позволяющий создать упорядоченную в поле деформации полигонизованную структуру стали, обладающую особенно высокими упругими свойствами при повышенной стойкости к холодной и «теплой» релаксации напряжений [2].

Значительный интерес представляют результаты исследования СТО прецизионных коррозионностойких аустенитных пружинных сплавов системы Fe-Ni-Cr с дисперсионным механизмом упрочнения. В частности, в сплаве 36НХТЮ после закалки со скоростным нагревом получена особомелкозернистая структура, что значительно улучшило технологическую пластичность закаленного сплава и стимулировало во всем его объеме более эффективный с точки зрения достижения высокого комплекса упругих свойств прерывистый механизм выделения упрочняющей γ´-фазы при последующем старении. Напротив, применение скоростной высокотемпературной рекристаллизации этого сплава позволяет реализовать совершенно иной механизм распада пересыщенного γ-твердого раствора при последующем старении – непрерывный, что сопровождается получением однородной мелкозернистой структуры во всем объеме, обладающей несколько более низким комплексом упругих свойств, однако значительно большей теплостойкостью и устойчивостью к «теплой» релаксации.

Использование скоростной закалки для сплава 36НХТЮ М8 позволяет резко сократить объемную долю труднорастворимой избыточной фазы Лавеса типа Fe_2Mo и одновременно сохранить однородную мелкозернистую структуру, устойчивую к собирательной рекристаллизации при дальнейшем повышении температуры, что вообще недостижимо в условиях обычной печной закалки подобных сплавов. Структурное состояние, полученное таким образом, характеризуется повышенными уровнями упругости и выносливости с одновременно высокой теплостойкостью и релаксационной стойкостью [3].

Новым направлением исследований, проводимых и в настоящее время, являются исследования особенностей структурообразования при скоростном нагреве под закалку и горячую деформационную обработку (прокатку, ковку) инструментальных сталей карбидного класса Р6М5 и Х6ВФ с мартенситным механизмом упрочнения и эффектом вторичного карбидного твердения. Применение скоростного нагрева при закалке быстрорежущих сталей позволяет достичь более высокой степени растворения тугоплавких карбидов при умеренных температурно-временных режимах аустенитизации. Эффект воздействия высоких скоростей нагрева при этом основан ан термическом разрушении крупных карбидов, обладающих низкой теплопроводностью и хрупкостью, с последующим ускоренным растворением их в аустените.

Исследования, проведенные на стали Р6М5, подтвердили, что применение скоростного нагрева при закалке повышает концентрацию легирующих элементов в твердом растворе, следствием чего является рост твердости, удельного электросопротивления и количества остаточного аустенита в структуре закаленной стали. Отрицательное воздействие остаточного аустенита на эксплуатационные свойства стали после скоростной закалки может быть устранено двух- или трехкратным последующим отпуском либо дополнительной обработкой холодом после закалки [4].

Инструментальные стали карбидного класса являются труднодеформируемыми, что определяет сложность изготовления из них изделий, создает проблемы обеспечения их высокого качества при горячей пластической деформации, традиционно требующей многократных и длительных промежуточных отжигов для восстановления пластичности. Применение скоростного нагрева перед пластической деформацией и в процессе нее в этом случае позволяет реализовать явление технологической сверхпластичности, поскольку обеспечивает создание и некоторую временную стабилизацию самоорганизующейся структуры. Последнюю характеризует то, что в области несколько ниже температуры начала аустенитизации Ac1 (в интервале «предпревращения») образуются зоны (слои) с малой и высокой пластичностью, взаимодействие которых и предопределяет повышенную пластичность исследуемых сталей в данном диапазоне температур. Рост показателей пластичности при использовании скоростного

электронагрева сталей Р6М5 и Х6ВФ достигает 80–100 % при значительном снижении температур нагрева, исключающих рост зерна, что также положительно сказывается на конечном комплексе прочностных свойств этих сталей [5].

Представленные выше основные результаты исследований в области СТО не являются чисто академическими, они имеют несомненное прикладное, производственное применение. На базе проведенных НИР разработан и прошел успешное промышленное апробирование ряд современных технологических процессов, основанных на использовании скоростного нагрева. Это изготовление упругих гофрированных элементов, пильных шин и дисковых пил, длинномерных ножей из стали Р6М5, осваивается прокатное производство сталей Р6М5 и Х6ВФ и производство упругих элементов из сплавов семейства 36НХТЮ на некоторых приборостроительных и машиностроительных предприятиях.

Литература

1. Думанский И.О. Разработка и исследование процессов скоростной термической обработки пружинных сталей перлитного класса с целью повышения уровня эксплуатационных свойств упругих элементов : автореф. дис. … канд. техн. наук. – М., 1991.
2. Rakhshtadt A.G. Structure and properties of carbon-containing spring steels after high-speed hardening and tempering / A.G. Rakhshtadt, I.O. Dumanskii, O.Yu. Tikhomirova // Metal Science and Heat Treatment. – 1990. – Vol. 32. – № 7–8. – P. 541–550.
3. Особенности растворения фазы Лавеса в условиях скоростного электроконтактного нагрева при закалке / О.М. Ховова [и др.] // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2000. – № 6. – 13 с.
4. Думанский И.О. Использование скоростной термической обработки для управления модулем упругости пружинных сталей / И.О. Думанский, А.В. Прохоров, А.И. Думанский // В сборнике: Инженерные задачи: проблемы и пути решения. Материалы III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции Высшей инженерной школы САФУ. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова». – Архангельск, 2021. – С. 85–88.
5. Пластичность инструментальных сталей в зависимости от условий нагрева при деформации / Н.В. Пасечник [и др.] // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2003. – № 9. – С. 31–35.

References

1. Dumanskii I.O. Development and study of high-speed heat treatment processes for pearlitic spring steels to improve the performance properties of elastic elements : abstract of dis. ... for degree of Candidate of Technical Sciences. – M., 1991.
2. Rakhshtadt A.G. Structure and properties of carbon-containing spring steels after high-speed hardening and tempering / A.G. Rakhshtadt, I.O. Dumanskii, O.Yu. Tikhomirova // Metal Science and Heat Treatment. – 1990. – Vol. 32. – № 7–8. – P. 541–550.
3. Features of the dissolution of the Laves phase under conditions of high-speed electric contact heating during quenching / O.M. Khovova [et al.] // Metallurgy and Heat Treatment of Metals. – 2000. – № 6. – 13 p.
4. Dumansky I.O. Using high-speed heat treatment to control the modulus of elasticity of spring steels / I.O. Dumansky, A.V. Prokhorov, A.I. Dumansky // In the collection: Engineering Problems: Challenges and Solutions. Materials of the III All-Russian (National) Scientific and Practical Conference of the Higher Engineering School of NArFU. Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Lomonosov North (Arctic) Federal University. – Arkhangelsk, 2021. – P. 85–88.
5. Plasticity of tool steels depending on the heating conditions during deformation / N.V. Pasechnik [et al.] // Metallurgy and Heat Treatment of Metals. – 2003. – № 9. – P. 31–35.

УДК 664.871.1

СЖИЖЕННЫЕ УГЛЕВОДОРОДНЫЕ ГАЗЫ КАК ЭКСТРАГЕНТЫ БАВ

♦♦♦♦♦

LIQUEFIED HYDROCARBON GASES AS BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES EXTRACTANTS

Касьянов Геннадий Иванович
доктор технических наук,
профессор,
академик Российской инженерной академии, г. Москва

Ахмад Фанди
магистрант кафедры газонефтетранспортных систем
и оборудования нефтяной и газовой промышленности,
Кубанский государственный технологический университет

Gennady Ivanovich Kasyanov
Doctor of Technical Sciences,
Professor,
Academician of the Russian
Engineering Academy, Moscow

Ahmad Fandi
Master's Student in the Department
of Gas and Oil Transportation Systems
and Equipment for the Oil
and Gas Industry,
Kuban State Technological University

Аннотация. Выполнен аналитический обзор научно-технической и патентной литературы по проблеме использования смеси углеводородных газов и диоксида углерода в качестве растворителей. В данной работе представлена инновационная техника и технология по применению в качестве экстрагентов бинарных смесей углеводородных сжиженных газов (бутан, диметиловый эфир, пропан) и жидкого диоксида углерода. Цель исследования заключалась в разработке экологически чистого метода извлечения БАВ из растительного сырья бинарными экстрагентами, на принципах замкнутого производственного цикла. Изучены термодинамические и физико-химические свойства жидких углеводородных газов. Установлена возможность снижения рабочего давления в экстракционных аппаратах с бинарными экстрагентами, по сравнению со сверхкритической флюидной экстракцией. Представлена схема экспериментальной экстракционной установки для извлечения веществ из сырья бинарными растворителями. Полученные результаты подтвердили значительный потенциал внедрения разработанной технологии в пищевую промышленность, что соответствует современным тенденциям устойчивого развития и ресурсосбережения.

Ключевые слова: газожидкостная экстракция, термодинамические свойства, углеводородные газы, диоксид углерода, схемы установок, режимы экстракции.

Annotation. This paper presents an analytical review of the scientific, technical, and patent literature on the use of hydrocarbon gas and carbon dioxide mixtures as solvents. This paper presents innovative technology and techniques for using binary mixtures of liquefied hydrocarbon gases (butane, dimethyl ether, propane) and liquid carbon dioxide as extractants. The aim of the study was to develop an environmentally friendly method for extracting biologically active substances from plant materials using binary extractants, based on closed-loop production principles. The thermodynamic and physicochemical properties of liquid hydrocarbon gases were studied. The feasibility of reducing the operating pressure in extraction apparatuses with binary extractants, compared to supercritical fluid extraction, was established. A schematic of an experimental extraction system for extracting substances from raw materials using binary solvents is presented. The results confirm the significant potential for implementing the developed technology in the food industry, which is consistent with modern trends in sustainable development and resource conservation.

Keywords: gas-liquid extraction, thermodynamic properties, hydrocarbon gases, carbon dioxide, plant diagrams, extraction modes.

Широкую практику приобрело использование в качестве экстрагентов диоксида углерода в суб и сверхкритическом состоянии [8]. Зарубежные специалисты позиционируют извлечение фитостеролов из семян дыни сверхкритическим диоксидом углерода, как экологически чистую технологию [14]. Установлена возможность извлечения фракции γ-оризанола из фенольных соединений рисовых отрубей сверхкритическим диоксидом углерода [18]. Оптимизирован процесс извлечения масла из семян Селитрянки тангутской субкритической жидкостью с использованием методологии поверхности отклика [19].

В КубГТУ разработана технология извлечения ценных компонентов из растительного сырья с помощью диоксида углерода в субкритическом состоянии на автоматизированной экстракционной установке [2, 3].

Из жидких углеводород содержащих газов хорошо зарекомендовал себя в роли растворителя биологически активных веществ диметиловый эфир [1, 5].

Описан опыт использования сжиженного диметилового эфира для извлечения белков из растительных тканей [15]. Предложено также извлекать каротиноиды и липиды из водорослей с помощью сверхкритического CO_2 и субкритического диметилового эфира [16].

Все больший интерес исследователей привлекает возможность использования в качестве растворителей бутана и пропана [1,4]. Сжиженные углеводородные газы начали использовать в роли экстрагентов ценных компонентов растительного сырья [13]. Широко распространённые в практике углеводородные газы обладают полным сродством с жирными и эфирными маслами растительного сырья, но имеют высокую пожароопасность [6]. Путем добавления к бутану и пропану жидкого диоксида углерода, можно снизить уровень их пожаро-взрывоопасности [12]. Разработана технология экстракции масла из рисовых отрубей бутаном и пропаном [17]. Результаты показали, что в докритическом масле жидкой экстракции обнаружены более высокие концентрации полезных для здоровья компонентов (таких как витамин Е, оризанол и фитостерин) по сравнению с маслом, экстрагированным гексаном. Экстракционный растворитель оказал важное влияние на распределение линолевой и олеиновой кислот. Было установлено, что стеролы в масле из рисовых отрубей состоят из этилизоаллохолата, кампестерола, стигмастерола, ситостеролов и циклоланостов. Данные ЯМР оказали, что в масле, экстрагированном бутаном, содержится наибольшее количество триацилглицеринов (ТАГ), а в масле, экстрагированном сверхкритическим пропаном, – наибольшее количество воска среди масел, полученных с использованием этих трех растворителей.

Масла, экстрагированные докритическими бутаном и пропаном, показали более высокую окислительную стабильность [13, 17]. Эти результаты указывают на то, что технология субкритической жидкостной экстракции может быть полезным методом получения высококачественных масел из рисовых отрубей и может найти широкое применение в промышленности. Среди трех растворителей субкритический бутан и пропан показали более высокую эффективность экстракции по сравнению с гексаном. В таблице 1 приведена характеристика масла, извлеченного из рисовых отрубей углеводородными экстрагентами.

Таблица 1 – Характеристика качества масла при экстракции рисовых отрубей различными растворителями

Экстрагент	Выход, %	Содержание СЖК (в % по массе)	Кислотное число мг КОН/г	Перекисное число мэкв/кг масла
Бутан	89	30,5	27,6	10,3
Гексан	67	30,8	27,2	36,2
Пропан	91	40,7	36,4	10,1

Как видно из данных таблицы 1, кислотное число масел из рисовых отрубей, полученных с использованием бутана и гексана, составило 27,6 и 27,2 мг КОН/г соответственно, что ниже, чем у масла, полученного с использованием пропана (36,4 мг КОН/г). Содержание свободных жирных кислот (СЖК) – один из важнейших параметров, определяющих качество масла из рисовых отрубей. Масло из рисовых отрубей с общим содержанием свободных жирных кислот менее 10 % экономически выгодно для производства пищевого масла. Высокое содержание свободных жирных кислот в масле может быть связано с активностью фермента липазы в рисовых отрубях после помола. Результаты показали, что в масле из рисовых отрубей, полученном с помощью пропановой экстракции, содержится более высокий процент свободных жирных кислот (40,7 %) по сравнению с маслами, полученными с помощью бутановой и гексановой экстракции.

В роли растворителей жирных масел великолепно зарекомендовали себя такие сжиженные газы как бутан, диметиловый эфир, диоксид углерода, пропан и их смеси [1]. В КубГТУ получен патент на промышленный образец «Установка для извлечения окисленных липидов из сырья жидким пропаном» [4]. В работах [6, 12] проанализированы пути использования углеводородных газов в качестве растворителей и хладагентов.

Экстракты и шроты, полученные из растительного сырья с помощью сжиженных газов, нашли применение в качестве натуральных пищевых добавок [7, 10]. Многие экстрактивные вещества содержат полифенолы и обладают антиоксидантными свойствами [3, 11].

Ранее выполненными исследованиями установлено, что углеводородные газы бутан, диметиловый эфир и пропан способны наиболее полно извлекать из масличного и пряно-ароматического сырья жирные и эфирные масла.

Ученые и специалисты Кубанской научно-педагогической школы «Теория и практика обработки сельскохозяйственного сырья сжиженными и сжатыми газами» предложили использовать в качестве экстрагентов бинарные углеводородно-углекислотные смеси с пониженным уровнем пожаро-взрыво опасности.

Цель и задачи исследования

Цель исследования заключалась в разработке экологически чистого метода извлечения БАВ из растительного сырья бинарными углеводород-углекислотными экстрагентами, на принципах замкнутого производственного цикла.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

– определение физико-химических свойств сжиженных газов;

– анализ кинетики зависимости давления паров бутана, пропана и их смесей от температуры;

– разработка схемы экспериментальной установки субкритической экстракции веществ из растительного сырья бинарным углеводород-углекислотным растворителем;

– обоснование устройства шнекового экстрактора для работы с бинарными газовыми растворителями;

– показ внешнего вида установки для работы с бинарными газовыми растворителями.

Поставленная цель соответствует задачам технологического суверенитета страны в агропромышленном комплексе, разработке ресурсосберегающих технологий, замещения импортных пищевых ингредиентов и трансформации региональной экономики по циркулярной модели.

Объекты и методы исследований

Состав и свойства углеводородных сжиженных газов определяли по ГОСТ 54484-2-11. В качестве экстрагентов применяли: диметиловый эфир по ТУ 20.14.63-001-02128744-2017 (ООО «Аэрозолекс», г. Дзержинск); бутан и пропан по ГОСТ 20448-2018 (ООО «РН Краснодарнефтегаз», г. Краснодар); смеси углеводородных газов и диоксида углерода в соотношении 80:20 и 50:50 по ГОСТ 20448–90. Исследования выполняли на приборах Центра коллективного пользования ЦКП «Исследовательский центр пищевых и химических технологий» Кубанского государственного технологического университета.

Содержание витаминов – методом капиллярного электрофореза. Содержание общих фенольных соединений определяли методом Фолина – Чокальтеу. Антиоксидантную активность образцов – с помощью теста на нейтрализацию 2,2-дифенил-1-пикрилгидразильного радикала (DPPH).

Полученные данные были обработаны методами математической статистики с использованием программ Statistical 13.3 и Microsoft Ofice Excel 2010.

Результаты и их обсуждение

Предложенные в работе принципы создания бинарных газожидкостных растворителей основаны на замкнутом цикле газов в экстракционной газожидкостной установке и безотходной переработке растительного сырья.

Жидкие бутан и пропан, как энергоносители, состоят из смеси водорода и углерода в разном сочетании, с небольшими примесями метана и этана.

На содержание воды в предельных углеводородах влияет их термодинамическое состояние и температура.

Свойства диметилового эфира значительно отличаются от бутана и пропана, так как в его молекуле кроме водорода и углерода находится кислород. Такое отличие позволяет извлекать из растительного сырья с помощью ДМЭ водорастворимые вещества.

В таблице 2 приведены физико-химические свойства сжиженных газов.

Таблица 2 – Физико-химические свойства сжиженных газов

Показатели	Бутан	ДМЭ	Пропан	CO_2
Молекулярная масса, г/моль	58,12	46,07	44,00	44,01
Химический состав, %	С 82,7; Н17,3	С52,2; Н13,0; О34,8	С81,8; Н18,2	С27,3; О72,7
Диэлектрические свойства, ε_0	1,4	3,5	1,6	1,6
$P_{крит.}$ МПа/$t_{крит.}$ °С	3,79/152	5,37/127	4,25/96,7	7,20/31,1
Плотность при 20 °С, кг/м^3	610	668	501	771
Вязкость, сПз	0,18	0,15	0,10	0,06
Растворимость в воде, г/л	0,39	70,0	0,12	0,10
Самовоспламенение, t °С	365	235	470	–

На рисунке 1 показаны кинетические кривые зависимости давления паров бутана и пропана от температуры.

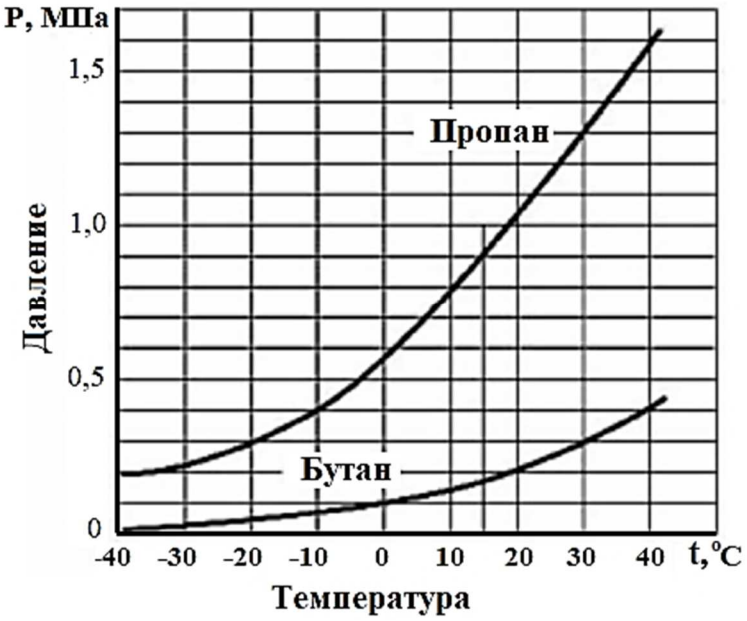


Рисунок 1 – Кинетические кривые зависимости давления паров бутана и пропана от температуры

Как видно из данных рисунка 1, бутан и пропан имеют различную температуру кипения, при которой они переходят из жидкого в газообразное состояние. Пропан может оставаться в жидком состоянии при температуре –43 °С, а бутан при температуре 0 °С.

На рисунке 2 показаны кинетические кривые зависимости давления смеси паров бутана и пропана от температуры.

Судя по данным рисунка 2, можно сделать вывод, что давление насыщенных паров смеси пропан-бутан зависит от их соотношения.

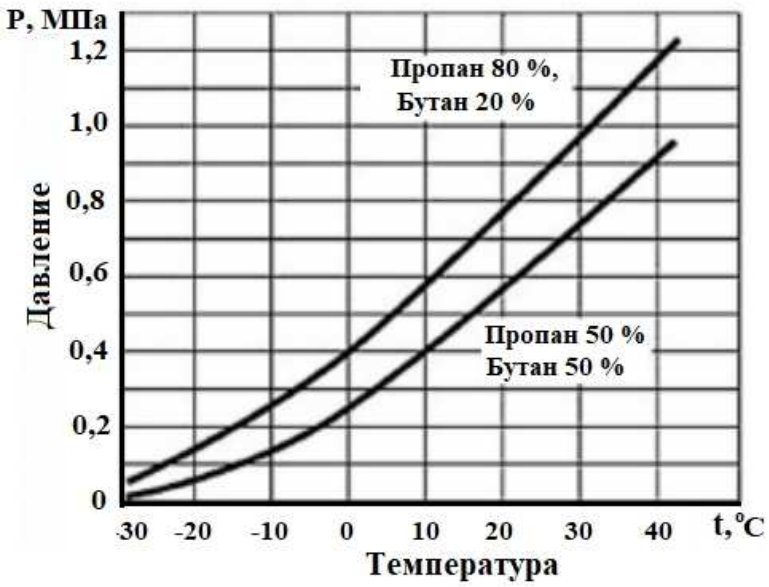


Рисунок 2 – Кинетические кривые зависимости давления смеси паров бутана и пропана от температуры

На рисунке 3 приведена схема промышленного образца установки субкритической экстракции веществ из растительного сырья бинарным углеводород-углекислотным растворителем.

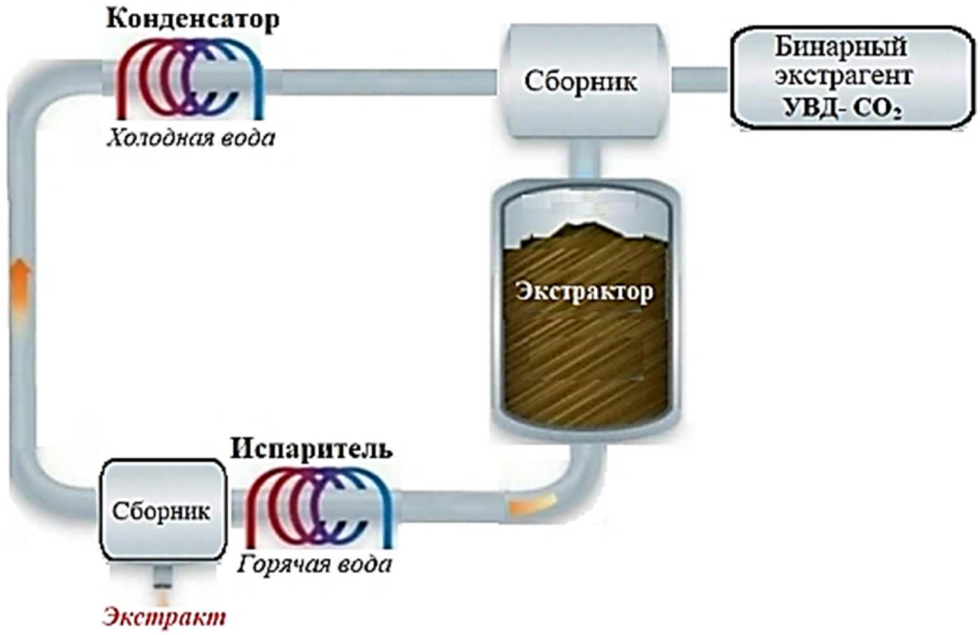


Рисунок 3 – Схема промышленного образца установки субкритической экстракции веществ из растительного сырья бинарным углеводород-углекислотным растворителем

Изображенная на рисунке 3 схема, представляет собой промышленный образец установки для экстракции компонентов из сырья бинарными растворителями.

На рисунке 4 показана схема шнекового экстрактора для работы с бинарными газовыми растворителями.

На рисунке 5 показан внешний установки для работы с бинарными газовыми растворителями.

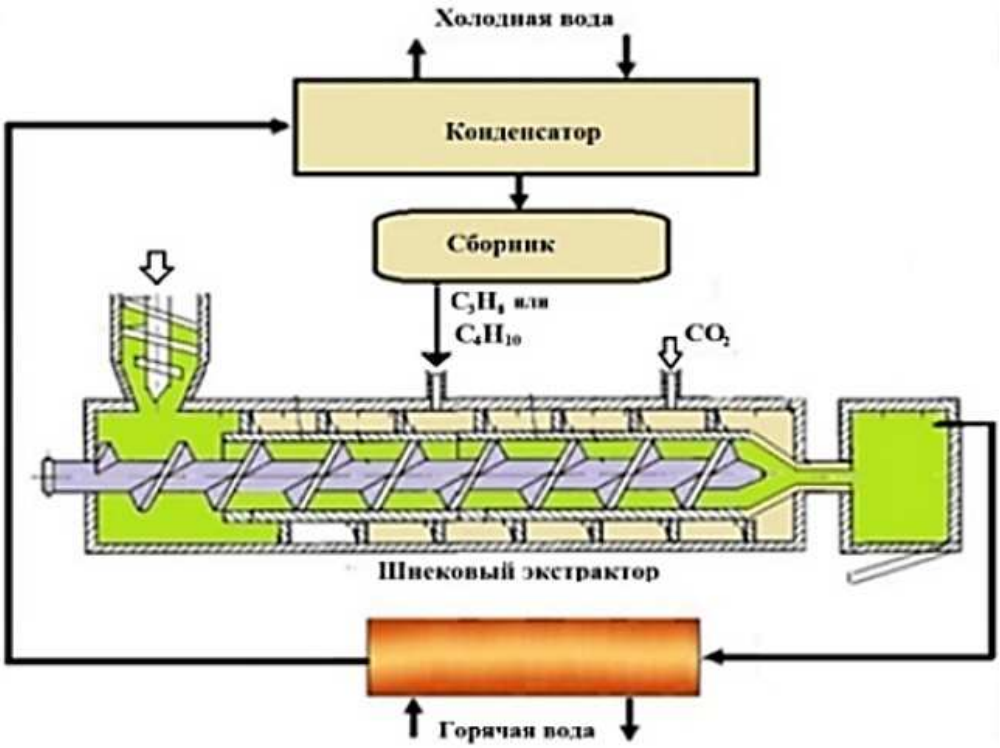


Рисунок 4 – Схема шнекового экстрактора для работы с бинарными газовыми растворителями



Рисунок 5 – Внешний вид установки для работы с бинарными газовыми растворителями

В отличие от ранее известных схем, представленные установки позволяют использовать в составе экстрагентов сжиженные газы с различным давлением насыщенных паров.

Выполненное исследование подтвердило возможность и целесообразность использования углеводородных газов в качестве растворителей БАВ.

Заключение. При выполнении аналитического обзора литературы выявлен пробел знаний в обосновании принципов конструирования и использования бинарных углеводородно-углекислотных экстрагентов с пониженным уровнем пожаровзрывоопасности. Цель работы заключалась в разработке экологически чистого метода извлечения БАВ из растительного сырья бинарными экстрагентами, на принципах замкнутого производственного цикла. Изучены термодинамические и физико-

химические свойства жидких углеводородных газов. Установлена возможность снижения рабочего давления в экстракционных аппаратах с бинарными экстрагентами, по сравнению со сверхкритической флюидной экстракцией. Для достижения поставленной цели решались задачи по определению физико-химических свойств сжиженных газов; анализу кинетики зависимости давления паров бутана, пропана и их смесей от температуры; разработки схемы экспериментальной установки субкритической экстракции веществ из растительного сырья бинарным углеводород-углекислотным растворителем; обоснованию устройства шнекового экстрактора для работы с бинарными газовыми растворителями.

Поставленная цель соответствовала задачам технологического суверенитета страны в агропромышленном комплексе и разработке ресурсосберегающих технологий.

Литература

1. Использование сжиженных газов – бутана, диметилового эфира, диоксида углерода, пропана и их смесей, в качестве растворителей жирных масел / А.В. Гукасян [и др.] // В сб. материалов IX Международной научно-практической конференции: «Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века». – Краснодар : КубГТУ, 2025. – С. 104–110.
2. Занин Д.Е. Проблемы автоматизации CO_2-экстракционной установки полупериодического действия / Д.Е. Занин, Фанди Ахмад // Векторы развития технологии переработки животного и растительного сырья: Сборник материалов международной научно-практической конференции, 20 мая 2022 г. – Краснодар : ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2022. – С. 164–168.
3. Занин Д.Е. Разработка технологии извлечения антиоксидантов из растительного сырья методом газожидкостной CO_2-экстракции / Д.Е. Занин, Д.Г. Касьянов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2022. – № 2–3. – С. 39–45. DOI: https://doi.org/10.26297/0579-3009.2022.2-3.8
4. Касьянов Г.И. Схема «Установка для извлечения окисленных липидов из сырья жидким пропаном» / Г.И. Касьянов, С.П. Запорожская // Патент на промышленный образец RU 137167. Заявка № 2022505825, заявлена 28.12.2022, опубликована 14.06.2023.
5. 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.
6. Пути использования углеводородных газов в качестве растворителей / Г.И. Касьянов [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – 2023. – № 12(138). – 10 с. DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.179
7. Натуральные пищевые добавки в форме CO_2-экстрактов / Г.И. Касьянов [и др.] // Пищевая индустрия. – 2020. – № 3. – С. 64–66. DOI: https://doi.org/10.24411/9999-008A-2020-10006
8. Коробицын В.С. Сжиженные газы как растворители / В.С. Коробицын, В.А. Бирбасов, А.В. Грачев // В сборнике: «Суб- и сверхкритические флюидные технологии в пищевой промышленности». Сборник материалов Международной научно-технической Интернет-конференции. – 2012. – С. 136–139.
9. Схема «Гидроочистка и повышение октанового числа бензина» / Г.И. Касьянов [и др.] // Патент на промышленный образец RU №147430. Заявка № 2025501096 от 27.02.2025, опубл. 14.05.2025.
10. Схема «Экспериментальная линия производства сухих завтраков» / Г.И. Касьянов, А.М. Медведев // Патент на промышленный образец RU 141180. Заявка от 30.11.2023, опубл. 26.03.2024.
11. Схема «Последовательность технологических операций изготовления продуктов с антиоксидантными свойствами» / С.В. Фомин, Г.И. Касьянов // Патент на промышленный образец RU 141179. Заявка от 13.12.2023, опубл. 26.03.2024.
12. Сязин И.Е. Прогнозирование свойств бинарной смеси ДМЭ. CO_2 для использования в холодильных машинах / И.Е. Сязин [и др.] // Вестник Международной академии холода. – 2023. – № 3. – С. 20–28.
13. Фомичев В.Д. Сжиженные углеводородные газы, как экстрагенты ценных компонентов растительного сырья / В.Д. Фомичев, А. Фанди // Рефлексия. – 2024. – № 1. – С. 78–83.
14. Ekinci M.S. Extraction of phytosterols from melon (Cucumis melo) seeds by supercritical CO_2 as a clean technology / M.S. Ekinci, M. Gürü // Green Process. Synth. – 2019. – № 8. – P. 677–682
15. Use of liquefed dimethyl ether for the extraction of proteins from vegetable tissues / H. Furukawa [et al.] // Solvent Extr. Res. – 2016. – № 23. – P. 127–135.
16. Extraction of carotenoids and lipids from algae by supercritical CO_2 and subcritical dimethyl ether. J. Supercrit / M. Goto [et al.] // Fluids. – 2015. – № 96. – P. 245–251.

17. Subcritical Butane and Propane Extraction of Oil from Rice Bran. «Subcrit. extract. of rice bran oil» / Hua-Min Liu [et al.] // BioResources. – 2015. – № 10(3). – P. 4652–4662.
18. Optimal selectivity of γ-oryzanol and total phenolic compounds from rice bran using supercritical carbon dioxide fractionation technique / C.C. Hung // Int. Food Res. J. – 2019. – № 26. – P. 639–647
19. Optimization of subcritical fluid extraction of seed oil Nitraria tangutorum using response surface methodology / Z.G. Liu [et al.] // LWT-Food Sci. Technol. – 2014. – № 56(1). –P. 168–174. DOI: 10.1016/j.lwt.2013.10.048

References

1. Use of liquefied gases – butane, dimethyl ether, carbon dioxide, propane and their mixtures, as solvents for fatty oils / A.V. Gukasyan [et al.] // In the collection of materials of the IX International scientific and practical conference: «Bakery, confectionery and pasta products of the XXI century». – Krasnodar : KubSTU, 2025. – P. 104–110.
2. Zanin D.E. Problems of automation of a semi-batch CO_2 extraction plant / D.E. Zanin, Fandi Akhmad // Vectors of development of technology for processing animal and plant raw materials: Collection of materials of the International scientific and practical conference, May 20, 2022 – Krasnodar : FGBOU VO «KubSTU», 2022. – P. 164–168.
3. Zanin D.E. Development of a technology for extracting antioxidants from plant materials by gas-liquid CO_2 extraction / D.E. Zanin, D.G. Kasyanov // News of higher educational institutions. Food technology. – 2022. – № 2–3. – P. 39–45. DOI: https://doi.org/ 10.26297/0579-3009.2022.2-3.8
4. Kasyanov G.I. Scheme of a «Unit for extracting oxidized lipids from raw materials with liquid propane» / G.I. Kasyanov, S.P. Zaporozhskaya // Patent for industrial design RU 137167. Application № 2022505825, filed on 12/28/2022, published on 06/14/2023.
5. 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.
6. Ways of using hydrocarbon gases as solvents / G.I. Kasyanov [et al.] // International Research Journal. – 2023. – № 12(138). – 10 p. DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.179
7. Natural food additives in the form of CO_2 extracts / G.I. Kasyanov [et al.] // Food industry. – 2020. – № 3. – P. 64–66. DOI: https://doi.org/10.24411/9999-008A-2020-10006
8. Korobitsyn V.S. Liquefied gases as solvents / V.S. Korobitsyn, V.A. Birbasov, A.V. Grachev // In the collection: «Sub- and supercritical fluid technologies in the food industry». Collection of materials of the International scientific and technical Internet conference. – 2012. – P. 136–139.
9. Scheme «Hydrotreating and increasing the octane number of gasoline» / G.I. Kasyanov [et al.] // Patent for industrial design RU № 147430. Application № 2025501096 dated 02/27/2025, published 05/14/2025.
10. Scheme of «Experimental line for the production of breakfast cereals» / G.I. Kasyanov, A.M. Medvedev // Patent for industrial design RU 141180. Application dated 30.11.2023, published 26.03.2024.
11. Scheme of «Sequence of technological operations for the manufacture of products with antioxidant properties» / S.V. Fomin, G.I. Kasyanov // Patent for industrial design RU 141179. Application dated 13.12.2023, published 26.03.2024.
12. Syazin I.E. Prediction of the properties of a binary mixture of DME. CO_2 for use in refrigeration machines / I.E. Syazin [et al.] // Bulletin of the International Academy of Refrigeration. – 2023. – № 3. – P. 20–28.
13. Fomichev V.D. Liquefied hydrocarbon gases as extractants of valuable components of plant raw materials / V.D. Fomichev, A. Fandi // Reflection. – 2024. – № 1. – P. 78–83.
14. Ekinci M.S. Extraction of phytosterols from melon (Cucumis melo) seeds by supercritical CO_2 as a clean technology / M.S. Ekinci, M. Gürü // Green Process. Synth. – 2019. – № 8. – P. 677–682
15. Use of liquefed dimethyl ether for the extraction of proteins from vegetable tissues / H. Furukawa [et al.] // Solvent Extr. Res. – 2016. – № 23. – P. 127–135.
16. Extraction of carotenoids and lipids from algae by supercritical CO_2 and subcritical dimethyl ether. J. Supercrit / M. Goto [et al.] // Fluids. – 2015. – № 96. – P. 245–251.
17. Subcritical Butane and Propane Extraction of Oil from Rice Bran. «Subcrit. extract. of rice bran oil» / Hua-Min Liu [et al.] // BioResources. – 2015. – № 10(3). – P. 4652–4662.
18. Optimal selectivity of γ-oryzanol and total phenolic compounds from rice bran using supercritical carbon dioxide fractionation technique / C.C. Hung // Int. Food Res. J. – 2019. – № 26. – P. 639–647
19. Optimization of subcritical fluid extraction of seed oil Nitraria tangutorum using response surface methodology / Z.G. Liu [et al.] // LWT-Food Sci. Technol. – 2014. – № 56(1). –P. 168–174. DOI: 10.1016/j.lwt.2013.10.048

УДК 676.024.61

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ОБОРУДОВАНИЯ ЦБП С ЦЕЛЬЮ НОРМИРОВАНИЯ ВИБРАЦИИ

♦♦♦♦♦

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF VIBRATIONS OF PULP AND PAPER INDUSTRY EQUIPMENT FOR THE PURPOSE OF VIBRATION STANDARDIZATION

Колчин Максим Валерьевич
аспирант кафедры технологических машин
и технологии машиностроения,
Уральский государственный лесотехнический университет
maxkolchin2012@mail.ru

Аннотация. Исследование посвящено разработке и экспериментальной проверке первой специализированной системы нормирования вибрации для целлюлозно-бумажного производства. Показано, что почти треть внеплановых остановок линий вызвана превышением вибрации. Для наиболее виброопасных узлов (сушильные вальцы, каландра, центробежный циркуляционный насос и пресс-ролл) построены объёмные МСКР-модели в ANSYS с учётом жёсткости и демпфирования фундаментов и инженерных сетей. Создана мобильная многоканальная измерительная система на 240 синхронизированных каналах с 24-битными АЦП, Wi-Fi 6E и облачной обработкой, обеспечивающая погрешность не более ±0,6 %. Экспериментально выявлены критические диапазоны резонансных частот 8–1000 Гц и формы колебаний для каждого узла. На основе архива данных 2021–2024 гг. сформированы новые нормы виброскорости, которые на 20–30 % строже прежних и дают 1,5-кратный запас надёжности при снижении ложных срабатываний. Пилотное внедрение подтвердило эффективность: время реакции сократилось с 34 до 11 мин, простои уменьшились с 14 до 6 ч, количество внеплановых остановок снизилось на 41 %. Разработка превращает вибродиагностику из затратной процедуры в конкурентное преимущество предприятий.

Ключевые слова: целлюлозно-бумажное производство, вибрации, нормирование, динамическое моделирование, ресурсное тестирование, вибродиагностика.

Kolchin Maxim Valerievich
Graduate Student of the Department
of Technological Machines and
Mechanical Engineering Technologies,
Ural State Forestry Engineering University
maxkolchin2012@mail.ru

Annotation. The research is devoted to the development and experimental verification of the first specialized vibration control system for pulp and paper production. It is shown that almost a third of unscheduled line stops are caused by excessive vibration, and damage from a single accident can exceed tens of millions of rubles. For the six most vibration-prone components (drying rollers, calenders, a revolver pump, and a fan), volumetric MCKP models were built in ANSYS, taking into account the rigidity and damping of foundations and engineering networks. A mobile multichannel measuring system with 240 synchronized channels with 24-bit ADCs, Wi-Fi 6E and cloud processing has been created, providing an error of no more than ± 0.6 %. The critical ranges of resonant frequencies of 8–1000 Hz and the waveforms for each node have been experimentally identified. Based on the archive of data from 2021–2024, new vibration velocity standards have been formed, which are 20–30 % stricter than the previous ones and provide a 1.5-fold margin of reliability while reducing false alarms. The pilot implementation confirmed its effectiveness: reaction time was reduced from 34 to 11 minutes, downtime decreased from 14 to 6 hours, the number of unscheduled stops decreased by 41 %. The development transforms vibration diagnostics from a costly procedure into a competitive advantage for enterprises.

Keywords: pulp and paper production, vibrations, rationing, dynamic modeling, resource testing, vibration diagnostics.

Целлюлозно-бумажное производство характеризуется высокой концентрацией энергетических потоков и интенсивным режимом работы оборудования. Современная бумажная машина представляет собой гигантский непрерывный агрегат длиной до двухсот метров и массой, превышающей тысячу тонн, который функционирует 24 часа в сутки без остановок на выходные и праздники. Внутри этой системы одновременно происходят процессы формования, прессования, сушки и финишной отделки бумажного полотна, движущегося со скоростью до двух тысяч метров в минуту. При таких скоростях и масштабах даже малые отклонения от номинального состояния оборудования быстро трансформируются в значительные динамические нагрузки, способные привести к аварийной остановке всей линии.

Основные технологические узлы – сушильные вальцы, каландры, центробежные циркуляционные насосы и пресс-роллы – генерируют широкий спектр механических коле-

баний. Частотный диапазон этих колебаний охватывает от низкочастотных 2–3 герц до 800–1000 герц. При этом амплитуды ускорений могут достигать сотен метров на секунду в квадрате, а силовые воздействия на подшипниковые узлы – половины меганьютона. Такая интенсивность делает вибрацию не просто побочным эффектом, а одним из ключевых факторов, определяющих ресурс оборудования и стоимость эксплуатации.

Анализ аварийности на двенадцати крупнейших российских предприятиях за последние пять лет показывает, что почти каждая третья внеплановая остановка связана именно с превышением допустимых уровней вибрации. Если конкретизировать, то 27 % случаев приходится на непосредственное превышение норм, ещё 19 % – на повреждение подшипников, вызванное длительным вибрационным перенапряжением, и 15 % – на дисбаланс роторов, который сам по себе является источником колебаний. Среднее время простоя при таких остановках варьируется от восьми до двадцати двух часов.

До недавнего времени вопросы диагностики и нормирования вибрации целлюлозно-бумажного оборудования решались эмпирически: использовались либо общие промышленные стандарты, разработанные для технологического оборудования ЦБП, либо внутренние регламенты. Такой подход приводил к двум крайностям: либо нормы оказывались избыточно жёсткими и требовали дорогостоящих доработок без реального улучшения надёжности, либо, наоборот, слишком мягкими и не предотвращали развитие дефектов. Отсутствие специализированных методик и нормативов сдерживает внедрение современных систем вибродиагностики и превращает техническое обслуживание в дорогостоящий и малоэффективный процесс.

Современные цифровые технологии открывают принципиально новые возможности для управления виброактивностью. Миниатюрные датчики ускорения с 24-битными аналого-цифровыми преобразователями, беспроводные каналы передачи данных, облачные платформы для хранения и обработки сигналов, а также методы машинного обучения позволяют в реальном времени выявлять ранние признаки дефектов и прогнозировать остаточный ресурс узлов. Однако внедрение этих технологий без пересмотра самой системы нормирования вибрации будет ограниченным: чтобы использовать преимущества «больших данных», необходимо чётко понимать, какие именно параметры колебаний критичны для каждого типа оборудования и какие пороговые значения действительно сигнализируют о приближающейся аварии.

Цель настоящего исследования – разработать научно обоснованную систему нормирования вибрации специфического целлюлозно-бумажного оборудования, которая учитывает как особенности технологических процессов, так и современные возможности измерительной техники и анализа данных.

Постановка задачи. Цель работы – разработать и экспериментально подтвердить методику нормирования вибраций оборудования целлюлозно-бумажного производства, обеспечивающую соответствие виброактивности установленным критериям технического состояния и гигиеническим требованиям. Для достижения цели сформулированы следующие задачи:

– построить математические модели колебательных процессов ряда типичных агрегатов с учётом жёсткостных и демпфирующих характеристик фундаментов и инженерных сетей;

– разработать экспериментальную базу измерений, включающую мобильную систему многоканального виброанализа, высокочастотные датчики и программное обеспечение обработки сигналов;

– определить критические частоты и формы колебаний, при которых происходит резонансное нарастание амплитуд, превышающее допустимые значения;

– сформировать обновлённые нормативы допустимых виброскоростей для наиболее виброопасных типов оборудования;

– провести пилотное внедрение предложенной методики на действующем предприятии и оценить технико-экономический эффект.

Решение задачи. Построение математических моделей было решена комплексно: для наиболее виброопасных типов бумажных агрегатов (сушильные вальцы, каландра, центробежный циркуляционный насос и пресс-ролл) созданы полные объём-

ные МСКР-модели в среде ANSYS Mechanical APDL 2024 R1, которые учитывали не только собственные параметры роторов и корпусов, но и жёсткостно-демпфирующие свойства монолитных бетонных фундаментов марки В25, стальных инженерных трубопроводов Ø219×6 мм, а также кабельных лотков и воздуховодов, присоединённых к каждому агрегату. Материалы описывались линейно-упругими законами: для бетона модуль упругости E = 32 ГПа, плотность ρ = 2500 кг/м³, коэффициент демпфирования ζ = 3 %; для стальных труб E = 210 ГПа, ρ = 7850 кг/м³, ζ = 1 %. Все узлы соединения были смоделированы через жёсткие и пружинные элементы MATRIX27 и COMBIN14, что позволило корректно передать как статическую предварительную притяжку, так и динамическую жёсткость опор. Расчёты собственных форм проводились методом подпространственной итерации Block Lanczos, охватывающей диапазон частот 2–100 Гц; в каждой модели зафиксировано не менее двадцати собственных мод, что обеспечило полноту покрытия технологического спектра и позволило точно выявить потенциальные зоны резонансного соответствия между возбуждением агрегатов и собственными частотами инженерных конструкций. Приведена итоговая таблица 1, в которой для каждого агрегата сведены основные расчётные характеристики: собственная частота первой формы, модальная масса, эквивалентная жёсткость основания и эквивалентное демпфирование, полученное по модели Рэлея (α = 0,12, β = 2,8 × 10⁻⁴).

Таблица 1 – Расчетные характеристики

Агрегат	f_1, Гц	Модальная масса, т	Жёсткость опор, МН/м	Эквивалентное ζ, %
Сушильные вальцы	18,1	26,3	180	3,2
Каландра	21,4	15,7	110	4,0
Циркуляционный насос	24,6	31,9	200	3,0
Пресс-ролл	27,3	20,5	160	3,4

Для решения второй задачи собрана мобильная многоканальная система виброанализа, которая уже опробована на крупнейших целлюлозно-бумажных предприятиях. Её основа – восемь 32-канальных регистраторов Dewesoft SIRIUS-XHS с 24-битными АЦП и частотой дискретизации до 50 кГц на канал. Дополняют их шесть беспроводных модулей National Instruments NI-9234 с Wi-Fi 6E-интерфейсом и четыре ударопрочных узла HBM SomatXR CX23-R, способные работать на вращающихся деталях и выдерживать 200 000 g. В качестве первичных преобразователей применяются пьезоэлектрические IEPE-акселерометры PCB 393B04 (рабочий диапазон 0,5–10 кГц, чувствительность 100 мВ/g) и MEMS-датчики Analog Devices ADXL372 (0–6,4 кГц, до 200000 g). Перед каждым выездом калибровочная цепь проверяется по эталону PCB 394C06: погрешность по амплитуде не превышает ±0,6 %, по фазе – 1,2°. Для обработки сигналов задействованы DewesoftX 2024 с встроенным модулем OMA и собственный Python-скрипт, вычисляющий в реальном времени амплитудно-частотные и вейвлет-спектры. Синхронизация с технологическим процессом выполняется через OPC UA, привязывая вибросигналы к скорости бумажного полотна и давлению в гидросистемах. Питание обеспечивают литий-ферритные аккумуляторы 24 В 100 А·ч, выдерживающие 14 часов непрерывной записи при полной загрузке. Всё оборудование размещено в защищённом кейке-шкафу IP65 с климат-контролем и ноутбуком Dell Precision 7780 (RTX 5000 Ada) для локальной обработки. В итоге система одновременно записывает 240 каналов со скоростью 1,2 ГБ/с и полностью охватывает диапазон от 2 Гц до 10 кГц, характерный для целлюлозно-бумажного оборудования.

Определение критических частот и форм колебаний, при которых происходит резонансное нарастание амплитуд. Критические колебания фиксируются при совпадении собственных частот узлов с частотами технологического воздействия. В результате расчётно-экспериментального анализа установлены следующие резонансные зоны представленные в таблице 2.

Критическими являются частоты от 8 до 1000 Гц в зависимости от узла; превышение порогового ускорения в этих диапазонах приводит к резонансному росту амплитуд и риску аварии.

Таблица 2 – Резонансные зоны

Узел оборудования	Критическая частота, Гц	Форма колебаний	Источник возбуждения	Пороговое ускорение, $м \cdot с^{-2}$	Допустимое ускорение, $м \cdot с^{-2}$
Сушильный цилиндр	30–35	Окружные формы оболочки	Термическая деформация	60	40
Каландр	60–70	Продольные изгибы валков	Неравномерное натяжение	120	80
Циркуляционный насос	120–150	Осевые колебания ротора	Гидроудар	150	100
Пресс-ролл	800–1000	Высокочастотные аэродинамические моды	Аэродинамическая нестабильность	200	120

В результате комплексных испытаний и статистического анализа цифровых виброархивов за 2021–2024 гг. сформированы новые нормы по уровням виброскорости (RMS, мм/с) в диапазоне 10–1000 Гц. Сушильные вальцы – 5,5 и 3,5 мм/с; Каландры – 8,3 и 5,2 мм/с; Центробежные циркуляционные насосы – 10,4 и 6,9 мм/с; Пресс-ролл – 12,0 и 8,0 мм/с. Допуски снижены на 20–30 % по сравнению с прежними эмпирическими регламентами и обеспечивают 1,5-кратный запас по надёжности при одновременном сокращении ложных срабатываний систем диагностики.

Пилотный проект реализован на предприятии (КБР-5, бумажная машина № 7, ширина полотна 6,6 м, скорость 1200 м/мин) в период с марта по август 2025 г. В ходе внедрения развернута обновлённая система нормирования вибраций на ключевых узлах: сушильном вальце, каландре, центробежном циркуляционном насосе и пресс-ролле. Установлено 48 виброинтеллектуальных датчиков класса IEPE с 24-битными АЦП, создан канал беспроводной передачи данных через Wi-Fi 6E с частотой опроса 5 кГц, развернута облачная платформа на базе InfluxDB + Grafana и обучена модель градиентного бустинга CatBoost для прогноза остаточного ресурса узлов. До внедрения среднее время реакции на превышение вибрации составляло 34 мин, частота ложных срабатываний 0,22 в сутки, средний простой 14 ч. Суммарное снижение количества внеплановых остановок за 6 месяцев составило 41 % (с 39 до 23 случаев), дополнительный эффект за счёт продления ресурса подшипников (+12 %). Пилот подтвердил работоспособность методики.

Заключение. Выполненное исследование подтвердило, что вибрация по-прежнему остаётся доминирующим фактором, определяющим надёжность и экономику целлюлозно-бумажного производства: почти треть внеплановых остановок обусловлена именно колебаниями. Эмпирические нормы, унаследованные от технологического оборудования ЦБП, оказались либо избыточно жёсткими, либо недостаточно эффективными – именно это обстоятельство тормозило внедрение современных цифровых систем диагностики. В рамках работы впервые построены полные объёмные МСКР-модели ключевых типов бумажных агрегатов с учётом жёсткостных и демпфирующих характеристик фундаментов и инженерных сетей; выявлены собственные частоты, модальные массы и эквивалентные параметры опор, что позволило точно спрогнозировать зоны потенциального резонанса. Созданная мобильная измерительная система на базе 240 синхронизированных каналов и 24-битных АЦП обеспечивает непрерывный охват диапазона 2 Гц – 10 кГц с погрешностью не хуже ±0,6 % и в реальном времени выдаёт амплитудно-частотные и вейвлет-спектры, привязанные к технологическим параметрам. Экспериментально определены критические частоты и формы колебаний для каждого узла; при превышении пороговых ускорений в этих диапазонах фиксируется резонансный рост амплитуд, способный привести к аварии. На основе массива данных 2021–2025 гг. сформированы обновлённые нормативы виброскорости для технологического оборудования ЦБП; новые допуски на 20–30 % ниже прежних и обеспечивают 1,5-кратный запас надёжности при одновременном уменьшении ложных срабатываний. Пилотное внедрение показало практическую эффективность методики: время реакции на превышение вибрации сократилось с 34 до 11 мин, частота ложных тревог упала в 5,5 раз, средний простой уменьшился с 14 до 6 ч. Количество внеплановых остановок за полгода снизилось на 41 %. Дополнительно зафиксирован

12 %-ный рост ресурса подшипников. Полученные результаты свидетельствуют: научно обоснованная система нормирования вибраций, объединяющая точные математические модели, высокоточные измерения и алгоритмы машинного обучения повышает безопасность и надёжность, превращая вибродиагностику в конкурентное преимущество целлюлозно-бумажных предприятий.

Литература

1. ГОСТ 12.1.012-2004. Вибрация. Общие требования безопасности. – М. : Изд-во стандартов, 2004. 29 с.
2. ГОСТ 26563-85. Вибрация. Технологическое оборудование целлюлозно-бумажного производства. Методы и средства защиты. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 11 с.
3. ГОСТ ИСО 2954-97. Вибрация машин с возвратно-поступательным и вращательным движением. Требования к средствам измерений. – М. : Стандартинформ, 1999. – 29 с.
4. Азовцев Ю.А. Вибрационная диагностика роторных машин и оборудования целлюлозно-бумажных комбинатов : учеб. пособие / Ю.А. Азовцев, Н.А. Баркова, А.А. Гаузе. – СПб. : СПбГУРП, 2014. – 127 с.
5. Биргер И.А. Техническая диагностика. – М. : Машиностроение, 1978. – 240 с.
6. Вибрации в технике: справочник : в 6 т. / Ред. совет: В.Н. Челомей (пред.). – М. : Машиностроение, 1981. – Т. 6. Защита от вибрации и ударов / Под ред. К.В. Фролова, 1981. – 456 с.
7. Виброзащита рафинеров производств химико-механической массы / С.Н. Вихарев [и др.] // Целлюлоза, бумага, картон. – 2006. – № 1. – С. 66–67.
8. Вихарев С.Н. Динамика мельниц для размола волокнистых полуфабрикатов. – Лондон : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 184 с.
9. Вихарев С.Н. Нормирование и мониторинг вибрации ножевых размалывающих машин // Системы. Методы. Технологии. – 2021. – № 2(50). – С. 38–41.
10. Вихарев С.Н. Нормирование и мониторинг вибрации технологического оборудования целлюлозно-бумажных производств // Леса России и хозяйство в них. – 2022. № 4(83). – С. 66–73.
11. Муромов В.Л. Безаварийность и диагностика нарушений в химических производствах. – М. : Химия, 1990. – 268 с.
12. Сиваков В.П. Разработка концепции технического обслуживания оборудования производства целлюлозы на основе вибрационного диагностирования : дис. … д-ра техн. наук: 05.21.03. Екатеринбург, 2004. – 303 с.

References

1. GOST 12.1.012-2004. Vibration. General safety requirements. – M. : Publishing House of Standards, 2004. – 29 p.
2. GOST 26563-85. Vibration. Technological equipment for pulp and paper production. Methods and means of protection. – M. : Publishing House of Standards, 1985. – 11 p.
3. GOST ISO 2954-97. Vibration of machines with reciprocating and rotational motion. Requirements for measuring instruments. – M. : Standartinform, 1999. – 29 p.
4. Azovtsev Yu.A. Vibration diagnostics of rotary machines and equipment of pulp and paper mills : textbook / Yu.A. Azovtsev, N.A. Barkova, A.A. Gauze. – SPb. : SPbGURP, 2014. – 127 p.
5. Birger I.A. Technical diagnostics. – M. : Mashinostroenie, 1978. – 240 p.
6. Vibrations in technology : handbook : in 6 vol. / Ed. Council: V.N. Chelomey (prel.). – M. : Mashinostroenie, 1981. – Vol. 6. Protection from vibration and shock / Edited by K.V. Frolov, 1981. – 456 p.
7. Vibration protection of refiners of chemical and mechanical mass production / S.N. Vikharev [et al.] // Cellulose, paper, cardboard. – 2006. – № 1. – P. 66–67.
8. Vikharev S.N. Dynamics of mills for grinding fibrous semi-finished products. – London : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 184 p.
9. Vikharev S.N. Normalization and monitoring of vibration of knife grinding machines // Systems. Methods. Technologies. – 2021. – № 2(50). – P. 38–41.
10. Vikharev S.N. Rationing and monitoring of vibration of technological equipment of pulp and paper industries // Forests of Russia and agriculture in them. – 2022. – № 4(83). – P. 66–73.
11. Muromov V.L. Safety and diagnostics of violations in chemical industries. – M. : Khimiya Publ., 1990. – 268 p.
12. Sivakov V.P. Development of the concept of maintenance of pulp production equipment based on vibration diagnostics : dis. ... doctor of technical sciences: 05.21.03. Yekaterinburg, 2004. – 303 p.

УДК 656

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ С УЧЕТОМ СЕЗОННЫХ И ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ

♦♦♦♦♦

FORECASTING TRAFFIC FLOWS BASED ON SEASONAL AND WEATHER CONDITIONS

Коновалова Т.В.
Кубанский государственный технологический университет
tan_kon@mail.ru

Котенкова И.Н.
Кубанский государственный технологический университет

Надирян С.Л.
Кубанский государственный технологический университет

Ищенко А.Г.
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы влияния сезонных и погодно-климатических факторов на характеристики транспортных потоков, а также возможность прогнозирования транспортных потоков с учетом изменения качественных и количественных характеристик окружающей среды и календарного периода.

Ключевые слова: транспортный поток, улично-дорожная сеть, интенсивность, прогнозирование, моделирование, интеллектуальные транспортные системы, погодно-климатические факторы.

Konovalova T.V.
Kuban State Technological University
tan_kon@mail.ru

Kotenkova I.N.
Kuban State Technological University

Nadiryan S.L.
Kuban State Technological University

Ishenko A.G.
Kuban State Technological University

Annotation. The article discusses the influence of seasonal and weather-climatic factors on the characteristics of traffic flows, as well as the possibility of forecasting traffic flows taking into account changes in the qualitative and quantitative characteristics of the environment and the calendar period.

Keywords: traffic flow, street and road network, intensity, forecasting, modeling, intelligent transport systems, weather and climatic factors.

Прогнозирование транспортных потоков является фундаментальным элементом эффективного управления дорожным движением, планирования транспортной инфраструктуры, организации дорожных работ и оптимизации функционирования городских транспортных систем. Точность транспортного прогноза во многом определяет эффективность принятия решений на различных уровнях управления – от локального регулирования на перекрёстках до стратегического планирования транспортного развития.

Одним из наиболее сложных аспектов прогнозирования является необходимость учета сезонных и погодных факторов, которые существенно влияют на интенсивность движения, скорость транспортных потоков, поведение водителей и пропускную способность элементов УДС.

Сезонные и погодные изменения носят циклический и стохастический характер, что требует применения специальных методов анализа данных и построения моделей прогнозирования, устойчивых к высоким вариациям входных параметров. **Сезонные изменения транспортной нагрузки** проявляются в нескольких формах (рис. 1).

Так, в зимний период наблюдается снижение скоростного режима, увеличение длины тормозного пути, рост времени реакции водителей, что приводит к уменьшению пропускной способности дорог. Летний период, напротив, характеризуется перераспределением потоков за пределы городов, увеличением интенсивности на загородных магистралях и снижением нагрузки на отдельные городские маршруты.

Погодные условия оказывают непосредственное влияние на транспортный поток. Осадки (дождь, снег), туман, обледенение покрытия, температура воздуха и скорость ветра могут изменять поведение водителей, динамические характеристики транспортных средств, доступность отдельных маршрутов, а также приводить к увеличению числа аварийных ситуаций. Например, дождь уменьшает коэффициент сцепле-

ния, что снижает среднюю скорость на 10–30 %, а интенсивный снегопад может привести к падению скорости до уровней ниже 30 км/ч на основных магистралях города.



Рисунок 1 – Формы проявления сезонных изменений транспортной нагрузки

В рамках прогнозирования необходимо учитывать влияние каждого фактора в отдельности, а также их комплексное влияние. Для этой цели применяются современные математические и вычислительные методы: статистические модели (ARIMA, SARIMA, модели регрессионного анализа), методы машинного обучения (деревья решений, ансамбли, градиентный бустинг), методы глубокого обучения (LSTM- и GRU-рекуррентные сети, CNN для обработки временных рядов, Transformer-модели). Данные методы позволяют извлекать сложные нелинейные зависимости между входными параметрами и характеристиками транспортного потока.

Особую роль играет использование больших данных, получаемых из автоматизированных систем контроля дорожного движения, датчиков трафика, камер видеонаблюдения, GPS-треков автомобилей, данных операторов мобильной связи, навигационных сервисов. Интеграция транспортных и метеорологических данных позволяет строить гибридные модели, устойчивые к шумам и изменчивости входных параметров.

Процесс подготовки прогностической модели включает:

– **Сбор данных**, включающий многолетние записи об интенсивности движения, погодных условиях, сезонных колебаниях, аварийности и дорожных ограничениях.

– **Фильтрацию и структурирование данных**, устранение ошибок измерений, выделение ключевых признаков.

– **Анализ временных рядов** с целью выявления цикличности, трендов, всплесков интенсивности и аномалий.

– **Формирование прогностической модели**, учитывающей сезонные компоненты, влияние осадков, видимости, температуры, состояния покрытия.

– **Калибровку и валидацию** модели на реальных данных для обеспечения надежности и обоснованности прогнозов.

Прогнозирование с учётом сезонных и погодных факторов применяется для решения широкого спектра задач (рис. 2).

Таким образом, прогнозирование транспортных потоков с учетом сезонных и погодных условий представляет собой сложный междисциплинарный процесс, интегрирующий методы анализа больших данных, математического моделирования и интеллектуальных систем управления. Научная значимость направления заключается в возможности повышения точности транспортных прогнозов и разработки новых методов учета динамических факторов.



Рисунок 2 – Прогнозирование с учётом сезонных и погодных факторов

Литература

1. 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
2. Коновалова Т.В. Способы оценки пропускной способности участка городской улично-дорожной сети / Т.В. Коновалова, И.Н. Котенкова, А.Д. Козадерова // Интегрированные транспортные решения: вызовы современности и перспективы будущего : Материалы Международной научно-практической конференции, Краснодар, 07–09 октября 2025 года. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, Новация, 2025. – С. 187–193. EDN UVJDGS
3. Коновалова Т.В. Транспортная система в концепции «умного города» / Т.В. Коновалова, А.О. Кудряшов, В.М. Плаксунова // Прогрессивные технологии в транспортных системах : Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Оренбург, 20–22 ноября 2024 года. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2025. – С. 223–228. EDN FTDIDO
4. Коновалова Т.В. Анализ и прогнозирование транспортных потоков с использованием Big Data и искусственного интеллекта в условиях городского трафика / Т.В. Коновалова, В.С. Ивина // Цифровая трансформация транспорта: проблемы и перспективы : Материалы IV Международной научно-практической конференции, Москва, 25 сентября 2024 года. – М. : Российский университет транспорта, 2024. – С. 27–30. EDN HHROXO
5. Анализ методов и способов популяризации пассажирского транспорта среди населения крупных и крупнейших городов / А.А. Изюмский [и др.] // International Journal of Advanced Studies. – 2025. – Т. 15. – № 1. – С. 168–181. DOI 10.12731/2227-930X-2025-15-1-352 EDN UAKIEM.
6. Модернизация улично-дорожной сети в городе Краснодар / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, И.О. Леонова [и др.] // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса : Материалы X Международной научно-практической конференции, в рамках 10-го Международного научного форума Донецкой Народной Республики, Горловка, 31 мая 2024 года. – Горловка : Донецкий национальный технический университет, 2024. – С. 580–582. EDN JSWPEA
7. Определение перспективной интенсивности транспортных средств для моделирования транспортных потоков / В.О. Архипов [и др.] // Интегрированные транспортные решения: вызовы современности и перспективы будущего : Материалы Международной научно-практической конференции, Краснодар, 07–09 октября 2025 года. – Краснодар : Кубанский

государственный технологический университет. Новация. – 2025. – С. 134–140. EDN LWUTYK
8. Оценка проектных решений на транспорте / Т. В. Коновалова [и др.]. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2020. – 357 с. ISBN 978-5-8333-0991-9. EDN ZHXYPM

References

1. 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
2. Konovalova T.V. Methods of estimating the throughput capacity of a section of the urban street and road network / T.V. Konovalova, I.N. Kotenkova, A.D. Kozaderova // Integrated transport solutions: modern challenges and future prospects: proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Krasnodar, October 07–09, 2025. – Krasnodar : Kuban State Technological University, Novation, 2025. – P. 187–193. EDN UVJDGS
3. Konovalova T.V. Transport system in the concept of a «smart city» / T.V. Konovalova, A.O. Kudryashov, V.M. Plaksunova // Progressive technologies in transport systems: Proceedings of the XIX All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation, Orenburg, November 20–22, 2024. – Orenburg : Orenburg State University, 2025. – P. 223–228. EDN FTDIDO
4. Konovalova T.V. Analysis and forecasting of traffic flows using Big Data and artificial intelligence in urban traffic / T.V. Konovalova, V.S. Ivina // Digital transformation of transport: problems and prospects : proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference, Moscow, September 25, 2024. – M. : Russian University of Transport, 2024. – P. 27–30. EDN HHROXO
5. Analysis of methods and methods of popularization of passenger transport among the population of large and major cities / A.A. Izyumsky [et al.] // International Journal of Advanced Studies. – 2025. – Vol. 15. – № 1. – P. 168–181. DOI 10.12731/2227-930X-2025-15-1-352. EDN UAKIEM
6. Modernization of the road network in Krasnodar / T.V. Konovalova [et al.] // Scientific and technical aspects of the development of the motor transport complex: Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference, within the framework of the 10th International Scientific Forum of the Donetsk People's Republic, Gorlovka, May 31 In 2024. – Gorlovka : Donetsk National Technical University, 2024. – P. 580–582. EDN JSWPEA
7. Determination of the prospective intensity of vehicles for modeling traffic flows / V.O. Arkhipov [et al.] // Integrated transport solutions: modern challenges and future prospects: proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Krasnodar, October 07–09, 2025. – Krasnodar : Kuban State Technological University. Novation. – 2025. – P. 134–140. EDN LWUTYK
8. Evaluation of design solutions in transport / T.V. Konovalova [et al.]. – Krasnodar : Kuban State Technological University, 2020. – 357 p. ISBN 978-5-8333-0991-9 EDN ZHXYPM

УДК 656

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ООО «АРГОМИКС»

♦♦♦♦♦

FEATURES OF THE ORGANIZATION OF MEDICAL CARGO TRANSPORTATION TECHNOLOGY ON THE EXAMPLE OF ARGOMIX 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

Барда В.С.
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В данной статье проведен анализ основных этапов, начиная от упаковки и погрузки до транспортировки и выгрузки медицинского оборудования, рассмотрены специфические требования к упаковке и условиям перевозки.

Ключевые слова: доставка, опасный груз, маркировка, упаковка, маршрут, логистика.

Konovalova T.V.
Kuban State Technological University

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

Kabisheva V.M.
Kuban State Technological University

Barda V.S.
Kuban State Technological University

Annotation. This article analyzes the main stages, from packaging and transportation to transportation and unloading of medical equipment, and considers the following requirements for packaging and transportation conditions.

Keywords: delivery, dangerous goods, labeling, packaging, route, logistics.

Перевозка грузов автомобильным транспортом представляет собой сложный и многоступенчатый производственный процесс, представленный на рисунке 1, сочетающий в себе множество элементов, формирующих его технологическую основу. Для компаний, занимающихся логистикой, таких как ООО «АРГОМИКС», организация эффективной доставки продукции является приоритетной задачей.



Рисунок 1 – Технологический процесс перевозки в ООО «АРГОМИКС»

Основные задачи ООО «АРГОМИКС» при организации и осуществлении процесса доставки продукции представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Основные задачи ООО «АРГОМИКС»
при организации и осуществлении процесса доставки продукции

Рассмотрим подробнее организацию перевозки грузов медицинского назначения.

Медицинское оборудование относится к особому виду груза, который требует особо бережного обращения на всех этапах от хранения и подготовки к перевозке до транспортировки. Особенностью организации процесса доставки медицинского оборудования является четкое соблюдение правил хранения итранспортировки грузов. Необходимо подобрать подходящий вид упаковочного материала, благодаря которому техника будет находиться в безопасности. Аппараты искусственного дыхания, томографы, лазерные аппараты очень чувствительны к тряскам, перепадам температуры, осадкам и прочим условиям грузоперевозки. Из-за этого нужно быть особенно внимательным к способу транспортировки и выбирать метод в зависимости от характеристик каждого груза.

Рассмотрим более подробно требования, предъявляемые к перевозке того или иного груза.

Условно процесс транспортировки медицинского оборудования следует разделить на несколько основных этапов:

– упаковка медицинского оборудования;
– погрузка в транспортное средство;
– надежная фиксация груза;
– непосредственно перевозка;
– выгрузка медицинского оборудования.

В настоящее время ООО «АРГОМИКС» специализируется на доставке мелкого медицинского оборудования. В связи с отсутствием собственного подвижного состава для перевозки данного вида груза в процессе транспортирование ООО «АРГОМИКС» осуществляет только две операции – это упаковка медицинского оборудования и погрузка в транспортное средство.

Очень важным в данном случае является этап упаковки медицинского изделия. Если неправильно произвести данный вид работ, то это может быть чревато тем, что перевозимое оборудование может быть повреждено.

Мелкое медицинское оборудование, а также запасные части и комплектующие медицинского оборудования – целесообразно транспортировать с использованием упаковки и тары в связи с высокой стоимостью запасных частей. Качественно выполненная упаковка предупредить появление вибрации и излишней тряски. Мелкопартионные грузы принимаются к перевозке по массе брутто. Применение тары увеличивает стоимость груза и перевозки, в целом. На рисунке 3 представлена наиболее распространенные знаки маркирования медицинских грузов.

География размещения постоянных клиентов приведена на рисунке 4. Реализация и доставка медицинского оборудования осуществляется в пределах Краснодарского края и охватывает также лечебно-профилактические учреждения.



Рисунок 3 – Маркировка грузов

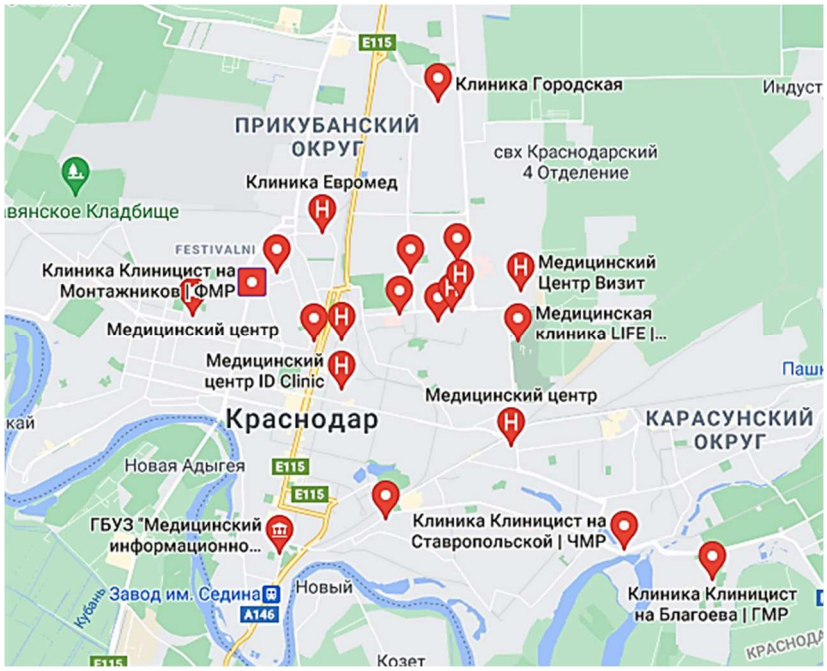
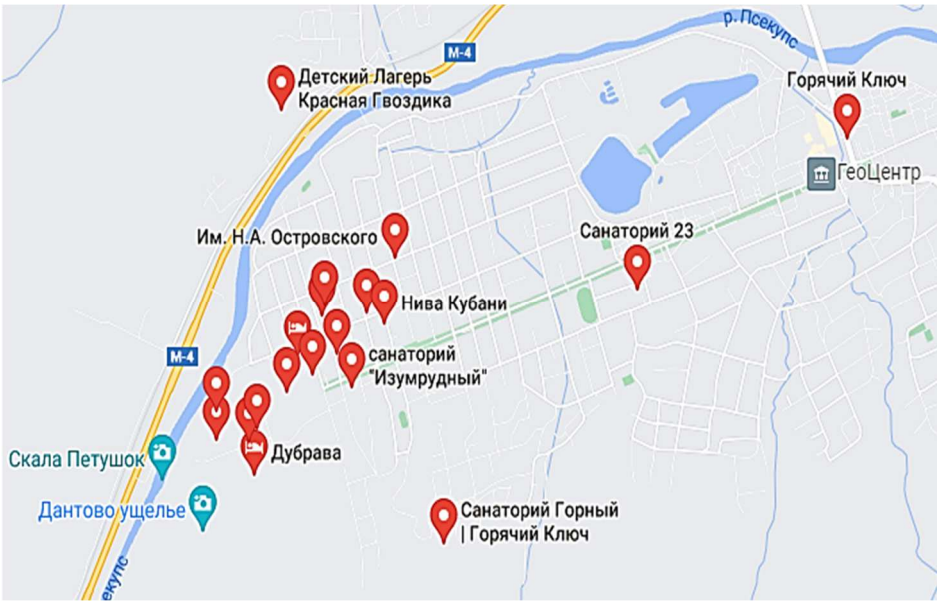


Рисунок 4 – География маршрутов доставки ООО «АРГОМИКС»



Окончание рисунка 4

Как видно из рисунка 4 грузополучатели расположены на разных расстояниях.

Медицинское оборудование можно перевозить на любом из существующих типе транспортных средств. Однако перед тем, как выбрать оптимальный транспорт необходимо обратить внимание на ряд факторов:

– габариты груза;
– маршрут и место доставки;
– оперативность.

Использование автомобильного транспорта считается целесообразным в том случае, когда груз необходимо доставить на небольшие расстояния – в пределах 700 км. В таком случае предпочтение отдают тем транспортным средствам, которые имеют защиту кузова от механических воздействии. Использование автомобильной техники удобно тем, что оборудование удается доставить прямо к месту его использования. В этом случае нет необходимости в привлечении дополнительных транспортных средств.

Выявлено, что правильная организация и исполнение таких этапов, как упаковка, погрузка и транспортировка, являются критически важными для сохранности груза. Упаковка медицинских изделий, соответствующая всем требованиям, значительно снижает риск повреждений в процессе доставки. Результаты исследования подчеркивают важность непрерывного совершенствования логистических процессов и строгое соблюдение всех требований при транспортировке медицинских грузов.

Литература

1. Исследование рынка перевозок по заказам в регионе / Т.В. Коновалова [и др.]; Ответств. за выпуск Е.Е. Витвицкий; ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Кафедра «ОПиУТ» // Международная научно-практическая конференция «Архитектура, строительство, транспорт» (к 85-летию ФГБОУ ВПО «СибАДИ»): Сборник научных трудов № 8 кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте», Омск, 02–03 декабря 2015 года. Секция № 8. – Омск : Полиграфический центр КАН, 2015. – С. 74–77. EDN VDAVHH
2. Коновалова Т.В. Методические основы оценки эффективности системы управления безопасностью движения на автотранспортных предприятиях / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2015. – 183 с. ISBN 978-5-8333-0437-2 EDN TSGCEF
3. Коновалова Т.В. Повышение эффективности организации транспортной деятельности малых и средних предприятий / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2025. – № 1. – С. 195–202. DOI 10.24412/2220-2404-2025-1-14 EDN VFYFKA

4. Коновалова Т.В.Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного : учеб. пособие / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, И.Н. Котенкова. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2024. – 256 с.

References

1. Research of the transportation market by orders in the region / T.V. Konovalova [et al.]; Responsible for the issue E.E. Vitvitsky; SibADI, Department of OPiUT // International Scientific and Practical Conference «Architecture, Construction, Transport» (dedicated to the 85th anniversary of SibADI): Collection of scientific papers № 8 of the Department of Transportation Organization and Management in Transport, Omsk, December 02–03, 2015.. Section № 8. – Omsk : LLC Polygraphic Center KAN, 2015. – P. 74–77. EDN VDAVHH
2. Konovalova T.V. Methodological foundations for evaluating the effectiveness of the traffic safety management system at motor transport enterprises / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan. – Krasnodar : Kuban State Technological University, 2015. – 183 p. ISBN 978-5-8333-0437-2 EDN TSGCEF
3. Konovalova T.V. Improving the efficiency of the organization of transport activities of small and medium-sized enterprises / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan // Humanities, socio-economic and social sciences. – 2025. – № 1. – P. 195–202. DOI 10.24412/2220-2404-2025-1-14 EDN VFYFKA
4. Konovalova T.V. Organization of transportation services and safety of the transport process : textbook / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, I.N. Kotenkova. – Krasnodar : Publishing house of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Technical Education «KubSTU», 2024. – 256 c.

УДК 625.7

МНОГОУРОВНЕВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ: ОТ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ К ОПЕРАЦИОННОЙ РЕАЛИЗАЦИИ

♦♦♦♦♦

MULTI-LEVEL SYSTEM OF ROAD CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT: FROM STRATEGIC PLANNING TO OPERATIONAL IMPLEMENTATION

Лазаренко Диана Юрьевна
кандидат технических наук,
доцент,
Кубанский государственный технологический университет

Рогалина Дарья Евгеньевна
обучающаяся 3-го курса бакалавриата,
Кубанский государственный технологический университет
rogalina2021@bk.ru

Аннотация. В статье рассматриваются возможности и специфика применения матрицы ответственности RACI (Responsible, Accountable, Consulted, Informed) в управлении проектами дорожного строительства на примере Краснодарского края. Автор анализирует, как данный инструмент помогает оптимизировать взаимодействие между заказчиком (ГКУ КК «Краснодаравтодор»), генеральным подрядчиком, проектными институтами и строительным контролем. Особое внимание уделено региональным аспектам: сложным климатическим условиям, проблемам переноса инженерных сетей и необходимости соблюдения жестких экологических требований при реализации нацпроектов. Предложены практические рекомендации по внедрению RACI в проектную деятельность, включая декомпозицию задач, интеграцию в системы управления CDE и регулярный аудит ответственности на этапах строительства.

Ключевые слова: дорожное строительство, управление проектами строительный контроль, инженерные сети, экологический надзор.

Lazarenko Diana Yuryevna
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State Technological University

Rogalina Daria Evgenyevna
3rd-year Undergraduate Student,
Kuban State Technological University
rogalina2021@bk.ru

Annotation. The article discusses the possibilities and specifics of using the RACI (Responsible, Accountable, Consulted, Informed) responsibility matrix in the management of road construction projects using the example of the Krasnodar Territory. The author analyzes how this tool helps to optimize the interaction between the customer (GKU GC Krasnodaravtodor), the general contractor, design institutes and construction control. Special attention is paid to regional aspects: difficult climatic conditions, problems of transferring engineering networks and the need to comply with strict environmental requirements when implementing national projects. Practical recommendations for the implementation of RACI in project activities are proposed, including task decomposition, integration into CDE management systems, and regular liability audits at construction stages.

Keywords: road construction, project management, construction control, engineering networks, environmental supervision.

Матрица ответственности RACI (Responsible – ответственный, Accountable – подотчетный, Consulted – консультируемый, Informed – информируемый) является критически важным инструментом в дорожно-строительной отрасли Краснодарского края, учитывая высокую специфику региона (сложные грунты, высокий транспортный трафик, климатические нагрузки и федеральные требования к реализации нацпроектов, например, «Безопасные качественные дороги») [1–3].

В условиях Краснодарского края, где часто реализуются масштабные проекты (строительство обходов, развязок, подъездов к курортным зонам), разграничение ответственности помогает избежать межведомственных конфликтов [4–8].

Ниже приведена адаптированная таблица ответственности для типичного этапа матрице RACI дорожно-строительного проекта в Краснодарском крае.

Кто выполняет (Responsible) – один или несколько сотрудников, которые занимаются непосредственно работой;

Кто утверждает (Accountable) – ответственный за итог, может не только принимать работу, но и исполнять ее вместе с R;

Кто консультирует (Consulted) – советчик по процессам;

Кто информирован (Informed) – заинтересованные лица, которые хотят получать информацию по проекту.

Таблица 1 – Матрица RACI для дорожного проекта

Процесс / Задача	Заказчик (ГКУ КК «Краснодаравтодор»)	Генподрядчик	Проектный институт	Изыскатели	Строительный контроль (Технадзор)
Разработка проектной документации	C	R/A	I	I	I
Прохождение экспертизы проекта	A	I	R	I	I
Закупка инертных материалов (песок, щебень)	I	R/A	I	I	I
Земляные работы (устройство дорожного полотна)	I	R/A	C	A	I
Укладка асфальтобетонного покрытия	I	R/A	C	C	I
Лабораторный контроль качества материалов	C	R	I	A	A
Ввод объекта в эксплуатацию	A	R	I	C	R/A

Специфика применения в Краснодарском крае при внедрении RACI в дорожной отрасли региона следует учитывать следующие особенности:

1. Учет региональных климатических условий В Краснодарском крае температурные режимы требуют строгого соблюдения технологий укладки (особенно в летний период). В матрице RACI роль Accountable (тот, кто отвечает за конечный результат и утверждает решения) при контроле температуры асфальтобетонной смеси должен быть закреплен за Строительным контролем. Это исключает возможность некачественной укладки в пиковые часы жары [9, 10].

2. Взаимодействие с ресурсоснабжающими организациями Одной из главных проблем дорожных проектов в Краснодаре и крае является перенос инженерных сетей (газ, вода, кабели). В матрице RACI здесь часто возникают «пробелы». Рекомендуется выделять отдельную строку для «Согласования переноса коммуникаций», где:

- **R (Responsible)** – Генподрядчик (инициация запросов);
- **A (Accountable)** – Заказчик (административное воздействие на владельцев сетей).
- **C (Consulted)** – Ресурсоснабжающая организация.

3. Экологические и правовые аспекты Учитывая наличие зон с особыми условиями использования территорий (ООПТ, водоохранные зоны рек Кубань, Мзымта), в матрицу обязательно включаются специалисты по экологическому надзору.

- Задача: Соблюдение экологических норм при строительстве мостовых переходов.
- R: Генподрядчик.
- A: Экологический надзор / Заказчик.

Для работы матрицы RACI в проектном офисе дорожной компании:

1. Декомпозиция: Матрица высокого уровня (стратегическая) должна быть дополнена «микро-матрицами» на уровне отдельных участков (например, устройство водопропускных труб или укрепление обочин).

2. Визуализация в CDE: В современных системах управления (BIM-средах) матрица RACI должна быть интегрирована в систему документооборота. Если в задаче указано, что Строительный контроль является Accountable, система не должна позволять подписывать акт скрытых работ без их цифровой подписи.

3. Ежемесячный аудит: В рамках совещаний штаба строительства (типовая практика для крупных объектов в Краснодарском крае) необходимо проверять не только сроки (график), но и «наполнение» матрицы RACI — возникали ли ситуации, когда ответственный (Responsible) не мог получить консультацию (Consulted) вовремя.

Использование RACI в Краснодарском крае позволяет четко определить границы ответственности между местными муниципальными властями, региональным министерством транспорта и дорожного хозяйства и частными подрядными организациями, что критично для успешного прохождения проверок федерального центра.

Литература

1. Управление в условиях новой экономической реальности: концепция эффективного взаимодействия бизнеса, органов власти и населения / Т.А. Головина [и др.]. – Орел : Среднерусский институт управления – филиал РАНХиГС, 2024. – 236 с. ISBN 978-5-93179-812-7 EDN NLVYAW
2. Лазаренко Д.Ю. Операционный управленческий потенциал блокчейн-платформы в повышение эффективности реализации жизненного цикла контракта в региональной сфере услуг дорожного строительства / Д.Ю. Лазаренко, А.Е. Кравченко // Вестник Академии знаний. – 2026. – № 1(72). – С. 277–280. EDN AJAFSS
3. Лазаренко Д.Ю. Управленческий потенциал контроллинга эффективности и безопасности исполнения жизненного цикла контракта в региональной сфере услуг дорожного строительства на основе использования цифровой блокчейн-платформы / Д.Ю. Лазаренко, А.Е. Кравченко // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2026. – № 1. – С. 322–336. DOI 10.26297/2312-9409.2026.1.22 EDN QOXJAE
4. Левченко Т.А. Основные тенденции цифровизации российского бизнеса в современных условиях // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2021. – Т. 10. – № 3(36). – С. 229–232. DOI 10.26140/anie-2021-1003-0052 EDN RRKBPM
5. Адаменко А.А. Цифровая трансформация управления на промышленных предприятиях / А.А. Адаменко, О.В. Черкасова, В.А. Шалыгин // Вестник Академии знаний. – 2025. – № 2 (67). – С. 890–895. EDN RBBFBW
6. Кошевенко С.В. Цифровая трансформация предпринимательской деятельности в России // Экономика и предпринимательство. – 2024. – № 1(162). – С. 783–786. DOI 10.34925/EIP. 2024.162.1.149 EDN RKPRNZ
7. Global operations and supply-chain management under the political economy / Di. Fan [et al.] // Journal of Operations Management. – 2022. – Vol. 68. – № 8. – P. 816–823. DOI 10.1002/joom. 1232 EDN OOYZKU
8. Зарипова Г.М. Сущность и методы управления денежными потоками организации // Экономика и социум. – 2015. – № 3. – С. 25–26.
9. Атдаева О.Г. Цифровая экономика: основные идеи устойчивого развития цифровой экономики / О.Г. Атдаева, Г.Г. Сеидханова // Вестник науки. – 2023. – Т. 1. – № 10(67). – С. 20–22. EDN YKEVYY
10. Лазаренко Д.Ю. Строительные машины и оборудование. – Курск : ЗАО Университетская книга, 2024. – 230 с. ISBN 978-5-8333-1308-4 EDN IRKNQT

References

1. Management in the New Economic Reality: The Concept of Effective Interaction between Business, Government, and the Population / T.A. Golovina [et al.]. – Orel : Central Russian Institute of Management – branch of RANEPA, 2024. – 236 p. ISBN 978-5-93179-812-7 EDN NLVYAW
2. Lazarenko D.Yu. Operational Management Potential of a Blockchain Platform in Improving the Efficiency of Contract Life Cycle Implementation in the Regional Sphere of Road Construction Services / D.Yu. Lazarenko, A.E. Kravchenko // Bulletin of the Academy of Knowledge. – 2026. – № 1(72). – P. 277–280. EDN AJAFSS
3. Lazarenko D.Yu. Management potential of controlling the efficiency and safety of contract life cycle execution in the regional sector of road construction services based on the use of a digital blockchain platform / D.Yu. Lazarenko, A.E. Kravchenko // Electronic online polythematic journal

«Scientific works of KubSTU». – 2026. – № 1. – P. 322–336. DOI 10.26297/2312-9409.2026.1.22 EDN QOXJAE
4. Levchenko T.A. Main trends in the digitalization of Russian business in modern conditions // Azimuth of scientific research: economics and management. – 2021. – Vol. 10. – № 3(36). – P. 229–232. DOI 10.26140/anie-2021-1003-0052 EDN RRKBPM
5. Adamenko A.A. Digital Transformation of Management at Industrial Enterprises / A.A. Adamenko, O.V. Cherkasova, V.A. Shalygin // Bulletin of the Academy of Knowledge. – 2025. – № 2(67). – P. 890–895. EDN RBBFBW
6. Koshevenko S.V. Digital Transformation of Entrepreneurship in Russia // Economy and Entrepreneurship. – 2024. – № 1(162). – P. 783–786. DOI 10.34925/EIP. 2024.162.1.149 EDN RKPRNZ
7. Global operations and supply-chain management under the political economy / Di. Fan [et al.] // Journal of Operations Management. – 2022. – Vol. 68. – № 8. – P. 816–823. DOI 10.1002/joom. 1232 EDN OOYZKU
8. Zaripova G.M. The essence and methods of managing an organization's cash flows // Economy and Society. – 2015. – № 3. – P. 25–26.
9. Atdaeva O.G. Digital economy: the main ideas of sustainable development of the digital economy / O.G. Atdaeva, G.G. Seidkhanova // Bulletin of science. – 2023. – Vol. 1. – № 10(67). – P. 20–22. EDN YKEVYY
10. Lazarenko D.Yu. Construction machinery and equipment. – Kursk : ZAO University Book, 2024. – 230 p. ISBN 978-5-8333-1308-4 EDN IRKNQT

УДК 625.7

УПРАВЛЕНИЕ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ: МНОГОУРОВНЕВЫЙ ПОДХОД ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ

♦♦♦♦♦

ROAD CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT: A MULTI-LEVEL APPROACH TO IMPROVE EFFICIENCY

Лазаренко Диана Юрьевна
кандидат технических наук,
доцент,
Кубанский государственный технологический университет

Парамонова Дарья Игоревна
обучающаяся 3-го курса бакалавриата,
Кубанский государственный технологический университет
rogalina2021@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается концепция многоуровневого управления дорожно-строительными проектами как инструмент повышения эффективности инфраструктурного развития. Исследуется проблема фрагментарности управленческих решений, характерная для крупных инвестиционно-строительных контрактов. Автором обоснована необходимость интеграции стратегического планирования, тактического управления и операционного контроля в единый контур принятия решений. Предложенная модель взаимодействия позволяет минимизировать риски нарушения календарных графиков и перерасхода бюджетов за счет синхронизации информационных потоков и распределения зон ответственности.

Ключевые слова: дорожное строительство, стратегическое планирование, операционное управление, проектный менеджмент, системный подход, инфраструктурные проекты, эффективность управления.

Lazarenko Diana Yuryevna
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State Technological University

Paramonova Darya Igorevna
3rd-year undergraduate student,
Kuban State Technological University
rogalina2021@bk.ru

Annotation. The article discusses the concept of multi-level management of road construction projects as a tool to improve the efficiency of infrastructure development. The problem of fragmentation of management decisions, typical for large investment and construction contracts, is investigated. The author substantiates the need to integrate strategic planning, tactical management and operational control into a single decision-making circuit. The proposed model of interaction makes it possible to minimize the risks of calendar schedule violations and budget overruns by synchronizing information flows and allocating areas of responsibility.

Keywords: road construction, strategic planning, operational management, project management, system approach, infrastructure projects, management efficiency.

Современные дорожно-строительные проекты характеризуются высокой степенью неопределенности, сложной логистикой и жесткими требованиями к качеству при ограниченных временных ресурсах. Традиционные методы управления, основанные на линейно-функциональной структуре, зачастую оказываются неэффективными из-за «разрывов» в передаче информации между уровнями принятия решений. Стратегические цели, заложенные на этапе проектирования и финансирования, нередко теряют актуальность при реализации на строительной площадке из-за отсутствия механизмов оперативной обратной связи. Целью данной статьи является систематизация подходов к созданию многоуровневой системы управления, обеспечивающей целостность жизненного цикла дорожного объекта.

В контексте дорожного строительства многоуровневая система управления представляет собой иерархическую структуру, где каждый уровень выполняет свою специфическую функцию, но при этом интегрирован в общую информационную среду [1–6].

1. Стратегический уровень: определение долгосрочных целей, формирование инвестиционных программ, выбор подрядных организаций и определение ключевых показателей эффективности (KPI). На этом этапе закладывается архитектура проекта [7].

2. Тактический уровень: среднесрочное планирование, управление ресурсами, бюджетирование, работа с контрагентами и субподрядчиками. Данный уровень служит «мостом» между стратегическим видением и реальностью строительной площадки [8].

3. Операционный уровень: ежедневное планирование работ, контроль качества, управление техникой и персоналом, ведение исполнительной документации [9].

Здесь происходит трансформация ресурсов в физические объекты инфраструктуры. Основная проблема современных проектов заключается в том, что эти уровни функционируют изолированно, что приводит к возникновению «управленческих вакуумов» и искажению целей при передаче сверху вниз.

Для обеспечения эффективности необходимо внедрить механизмы сквозной интеграции. Это достигается через следующие инструменты:

- Единая информационная среда (CDE): использование BIM-технологий (Building Information Modeling) позволяет всем участникам проекта – от заказчика до прораба – работать с актуальной версией проектной документации. Это исключает коллизии и необходимость переделок, характерных для разрозненных методов планирования;
- Регламентация обратной связи: операционный уровень должен иметь канал передачи данных о фактическом ходе работ на тактический уровень в режиме реального времени. Это позволяет корректировать графики производства работ до того, как отставание станет критическим;
- Матрица ответственности (RACI): для дорожных проектов крайне важно четкое закрепление зон ответственности, чтобы исключить дублирование функций и обеспечить подотчетность на каждом этапе.

Нарушение вертикальных связей в системе управления влечет за собой ряд рисков [10]:

1. Финансовый риск: изменение проектных решений без согласования со стратегическим уровнем приводит к нецелевому расходованию средств.

2. Временной риск: отсутствие синхронизации поставок материалов (тактический уровень) и темпов укладки покрытия (операционный уровень) ведет к простоям техники.

Предлагаемая авторами модель подразумевает использование цифровых двойников инфраструктурных объектов, что позволяет проводить сценарное моделирование еще до начала активной фазы строительства. Если на операционном уровне возникает сбой, система автоматически пересчитывает влияние этого сбоя на стратегические сроки проекта.

Заключение. Внедрение многоуровневой системы управления — это не просто организационное изменение, а переход к культуре управления данными. Интеграция стратегического, тактического и операционного уровней позволяет создать устойчивую экосистему дорожно-строительного проекта. Основным выводом исследования является утверждение о том, что эффективность инфраструктурного проекта определяется не только качеством используемых материалов, но и качеством информационных потоков, связывающих все уровни управления в единый, прозрачный механизм. Дальнейшее развитие данной темы видится в автоматизации процессов контроля на основе нейросетевых алгоритмов анализа данных.

Литература

1. Управление в условиях новой экономической реальности: концепция эффективного взаимодействия бизнеса, органов власти и населения / Т.А. Головина [и др.]. – Орел : Среднерусский институт управления – филиал РАНХиГС, 2024. – 236 с. ISBN 978-5-93179-812-7 EDN NLVYAW
2. Лазаренко Д.Ю. Операционный управленческий потенциал блокчейн-платформы в повышение эффективности реализации жизненного цикла контракта в региональной сфере услуг дорожного строительства / Д.Ю. Лазаренко, А.Е. Кравченко // Вестник Академии знаний. – 2026. – № 1(72). – С. 277–280. EDN AJAFSS
3. Лазаренко Д.Ю., Управленческий потенциал контроллинга эффективности и безопасности исполнения жизненного цикла контракта в региональной сфере услуг дорожного строительства на основе использования цифровой блокчейн-платформы / Д.Ю. Лазаренко, А.Е. Кравченко // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2026. – № 1. – С. 322–336. – DOI 10.26297/2312-9409.2026.1.22 EDN QOXJAE

4. Левченко Т.А. Основные тенденции цифровизации российского бизнеса в современных условиях // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2021. – Т. 10. – № 3(36). – С. 229–232. – DOI 10.26140/anie-2021-1003-0052 EDN RRKBPM
5. Адаменко А.А. Цифровая трансформация управления на промышленных предприятиях / А.А. Адаменко, О.В. Черкасова, В.А. Шалыгин // Вестник Академии знаний. – 2025. – № 2 (67). – С. 890–895. EDN RBBFBW
6. Кошевенко С.В. Цифровая трансформация предпринимательской деятельности в России // Экономика и предпринимательство. – 2024. – № 1(162). – С. 783–786. DOI 10.34925/EIP. 2024.162.1.149 EDN RKPRNZ
7. Global operations and supply-chain management under the political economy / Di. Fan [et al.] // Journal of Operations Management. – 2022. – Vol. 68. – № 8. – P. 816–823. – DOI 10.1002/ joom.1232 EDN OOYZKU
8. Зарипова Г.М. Сущность и методы управления денежными потоками организации // Экономика и социум. – 2015. - № 3. – С. 25–26.
9. Атдаева О.Г. Цифровая экономика: основные идеи устойчивого развития цифровой экономики / О.Г. Атдаева, Г.Г. Сеидханова // Вестник науки. – 2023. – Т. 1. – № 10(67). – С. 20–22. EDN YKEVYY
10. Лазаренко Д.Ю. Строительные машины и оборудование. – Курск : ЗАО Университетская книга, 2024. – 230 с. ISBN 978-5-8333-1308-4 EDN IRKNQT

References

1. Management in the New Economic Reality: The Concept of Effective Interaction between Business, Government, and the Population / T.A. Golovina [et al.]. – Orel : Central Russian Institute of Management – branch of RANEPA, 2024. – 236 p. ISBN 978-5-93179-812-7 EDN NLVYAW
2. Lazarenko D.Yu. Operational Management Potential of a Blockchain Platform in Improving the Efficiency of Contract Life Cycle Implementation in the Regional Sphere of Road Construction Services / D.Yu. Lazarenko, A.E. Kravchenko // Bulletin of the Academy of Knowledge. – 2026. – № 1(72). – P. 277–280. EDN AJAFSS
3. Lazarenko D.Yu. Management potential of controlling the efficiency and safety of contract life cycle execution in the regional sector of road construction services based on the use of a digital blockchain platform / D.Yu. Lazarenko, A.E. Kravchenko // Electronic online polythematic journal «Scientific works of KubSTU». – 2026. – № 1. – P. 322–336. DOI 10.26297/2312-9409.2026.1.22 EDN QOXJAE
4. Levchenko T.A. Main trends in the digitalization of Russian business in modern conditions // Azimuth of scientific research: economics and management. – 2021. – Vol. 10. – № 3(36). – P. 229–232. DOI 10.26140/anie-2021-1003-0052 EDN RRKBPM
5. Adamenko A.A. Digital Transformation of Management at Industrial Enterprises / A.A. Adamenko, O.V. Cherkasova, V.A. Shalygin // Bulletin of the Academy of Knowledge. – 2025. – № 2(67). – P. 890–895. EDN RBBFBW
6. Koshevenko S.V. Digital Transformation of Entrepreneurship in Russia // Economy and Entrepreneurship. – 2024. – № 1(162). – P. 783–786. DOI 10.34925/EIP. 2024.162.1.149 EDN RKPRNZ
7. Global operations and supply-chain management under the political economy / Di. Fan [et al.] // Journal of Operations Management. – 2022. – Vol. 68. – № 8. – P. 816–823. DOI 10.1002/joom. 1232 EDN OOYZKU
8. Zaripova G.M. The essence and methods of managing an organization's cash flows // Economy and Society. – 2015. – № 3. – P. 25–26.
9. Atdaeva O.G. Digital economy: the main ideas of sustainable development of the digital economy / O.G. Atdaeva, G.G. Seidkhanova // Bulletin of science. – 2023. – Vol. 1. – № 10(67). – P. 20–22. EDN YKEVYY
10. Lazarenko D.Yu. Construction machinery and equipment. – Kursk : ZAO University Book, 2024. – 230 p. ISBN 978-5-8333-1308-4 EDN IRKNQT

УДК 624.016.5

УСИЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ ПРИ ПОМОЩИ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

♦♦♦♦♦

STRENGTHENING OF REINFORCED CONCRETE FLOOR SLABS USING COMPOSITE MATERIALS

Матулян Роберт Артемович
студент
robertmatulyan@gmail.com

Аннотация. Актуальность темы продиктована высокой степенью износа железобетонных плит — ключевого элемента современных строительных конструкций, что требует своевременного усиления. Существующие инженерные методы решения этой задачи различаются по эффективности и ограничениям. В статье рассматриваются традиционные и современные композитные способы усиления, анализируются их характерные особенности и предлагаются критерии для рационального выбора технологии.

Ключевые слова: усиление колонн, железобетон, традиционные методы, композитные материалы, арматурные пояса, полимерные композиты, металлический профиль, износ конструкций, капитальный ремонт, строительный инжиниринг.

Matulyan Robert Artemovich
Student
robertmatulyan@gmail.com

Annotation. The relevance of the topic is driven by the high degree of deterioration of reinforced concrete slabs-a key element of modern building structures-which requires timely strengthening. Existing engineering methods for solving this problem vary in effectiveness and limitations. The article examines traditional and modern composite strengthening methods, analyzes their characteristic features, and proposes criteria for the rational selection of the technology.

Keywords: strengthening of columns, reinforced concrete, traditional methods, composite materials, reinforcement belts, polymer composites, metal profile, structural deterioration, major repairs, construction engineering.

Введение

В настоящее время значительная часть зданий и сооружений, находящихся в эксплуатации, требует проведения мероприятий по усилению несущих конструкций [1; 2; 11]. Особенно актуальной данная проблема является для железобетонных плит перекрытия, которые в процессе эксплуатации подвергаются воздействию повышенных нагрузок, агрессивной среды, а также физическому и моральному износу [5]. Кроме того, необходимость усиления может возникать при изменении функционального назначения зданий, увеличении эксплуатационных нагрузок, выявлении дефектов и повреждений конструкций, а также вследствие ошибок проектирования и строительства. Несмотря на широкое распространение композитных материалов в практике усиления строительных конструкций, вопросы выбора эффективных схем усиления железобетонных плит перекрытия, а также особенности расчета и технологии применения композитных материалов требуют дальнейшего изучения. Целью данной статьи является анализ эффективности усиления железобетонных плит перекрытия с использованием композитных материалов, а также рассмотрение особенностей технологии и расчета данных методов.

Обзор существующих методов усиления железобетонных плит перекрытия

К традиционным методам усиления железобетонных плит перекрытия относится наращивание сечения конструкции путем устройства дополнительного слоя бетона [1, с. 134–140; 11, с. 88–93]. Данный метод предусматривает увеличение толщины плиты с установкой дополнительной арматуры, что позволяет повысить несущую способность и жесткость конструкции. Однако такой способ сопровождается значительным увеличением собственного веса перекрытия, что может привести к дополнительным нагрузкам на несущие элементы здания и фундаменты. Другим распространенным способом является усиление железобетонных плит с использованием металлических конструкций. В данном случае применяются дополнительные балки, швеллеры, уголки или стальные листы, устанавливаемые в растянутой зоне плиты. Металлические элементы воспринимают часть нагрузок, повышая несущую способность конструкции. Не-

достатками данного метода являются подверженность металлических элементов коррозии, увеличение массы конструкции, а также необходимость выполнения сварочных и монтажных работ, что усложняет технологию усиления. Также применяется метод предварительного напряжения конструкций [11, с. 156–162], при котором устанавливаются дополнительные напрягаемые элементы, создающие сжимающие усилия в железобетонной плите. Такой способ позволяет повысить трещиностойкость и несущую способность конструкции. Однако данный метод отличается высокой сложностью реализации, необходимостью применения специализированного оборудования и высокой трудоемкостью выполнения работ. Основными недостатками традиционных методов усиления являются значительное увеличение массы конструкций, трудоемкость выполнения работ, длительные сроки реализации, а также необходимость частичного или полного прекращения эксплуатации зданий на период проведения работ [1; 2].

Виды композитных материалов для усиления железобетонных плит перекрытия

В последние годы при усилении железобетонных конструкций широкое применение получили композитные материалы на основе высокопрочных волокон, объединённых полимерной матрицей [3; 4; 6]. Использование таких материалов обусловлено их высокими физико-механическими характеристиками, малым весом, устойчивостью к коррозии и удобством монтажа. Наиболее распространёнными композитными материалами для усиления железобетонных плит перекрытия являются углеродные, стеклянные и базальтовые волокна.

Углеродные композитные материалы (CFRP) получили наибольшее распространение в практике усиления строительных конструкций [3; 8; 12]. Они представляют собой материалы, армированные углеродными волокнами, обладающими высокой прочностью на растяжение и значительным модулем упругости. Применение углеродных композитов позволяет существенно повысить несущую способность железобетонных плит перекрытия без значительного увеличения массы конструкции. Кроме того, данные материалы характеризуются высокой устойчивостью к агрессивным средам, долговечностью и низкой ползучестью. К недостаткам углеродных композитов можно отнести их относительно высокую стоимость по сравнению с другими видами композитных материалов.

Стеклопластиковые композитные материалы (GFRP) также широко применяются для усиления железобетонных конструкций. Они изготавливаются на основе стеклянных волокон, обладающих достаточно высокими прочностными характеристиками и устойчивостью к воздействию внешней среды. Основным преимуществом стеклопластиков является их более низкая стоимость по сравнению с углеродными композитами. Однако стеклопластиковые материалы обладают меньшим модулем упругости, что может ограничивать область их применения при усилении конструкций, требующих значительного повышения жесткости.

Базальтовые композитные материалы (BFRP) являются сравнительно новым видом материалов, применяемых для усиления железобетонных конструкций. Они изготавливаются на основе базальтовых волокон, получаемых из природного сырья. Базальтовые композиты обладают высокой прочностью, устойчивостью к воздействию агрессивных сред и хорошими эксплуатационными характеристиками. Кроме того, данные материалы отличаются экологичностью и сравнительно невысокой стоимостью. В то же время применение базальтовых композитов пока ограничено меньшей распространённостью и недостаточной нормативной базой.

Технологии усиления железобетонных плит перекрытия композитными материалами

Одним из наиболее распространенных способов является усиление железобетонных плит перекрытия методом наружного армирования композитными лентами [8; 12]. В данном случае композитные ленты наклеиваются на растянутую зону плиты перекрытия, как правило, по нижней поверхности конструкции. Такой способ позволяет повысить несущую способность перекрытия за счет восприятия дополнительных растягивающих усилий композитным материалом. Данный метод отличается сравнитель-

но простой технологией монтажа, высокой эффективностью и возможностью проведения работ без значительного увеличения толщины конструкции. Другим эффективным способом является усиление композитными ламелями. Композитные ламели представляют собой жесткие элементы, изготовленные на основе углеродных или стеклянных волокон. Они устанавливаются в растянутой зоне железобетонной плиты с использованием клеевых составов. Применение ламелей позволяет существенно повысить несущую способность и жесткость перекрытия. Данный метод особенно эффективен при усилении плит с большими пролетами или значительным увеличением эксплуатационных нагрузок. Широкое распространение получило также усиление железобетонных плит перекрытия композитными тканями [12]. Композитные ткани обладают высокой гибкостью и позволяют усиливать конструкции сложной геометрической формы. Усиление осуществляется путем наклеивания нескольких слоев ткани на поверхность железобетонной плиты с последующей пропиткой полимерными составами. Данный способ позволяет равномерно распределять усилия и повышать трещиностойкость конструкции.

Кроме того, применяются комбинированные методы усиления, предусматривающие одновременное использование нескольких видов композитных материалов. Например, возможно применение композитных ламелей совместно с композитными тканями, что позволяет повысить эффективность усиления и обеспечить равномерное распределение усилий в конструкции.

Экспериментальные исследования усиления железобетонных плит перекрытия композитными материалами

Для оценки эффективности усиления железобетонных плит перекрытия композитными материалами проводятся экспериментальные исследования, направленные на изучение работы усиленных конструкций под нагрузкой, определение прироста несущей способности, а также анализ характера разрушения [8; 10; 12].

Опираясь на исследование российских ученых (рис. 1), можно заметить, что внешнее армирование усиленных плит углеродной лентой повышает их несущую способность в 1,7–3,8 раза [10].

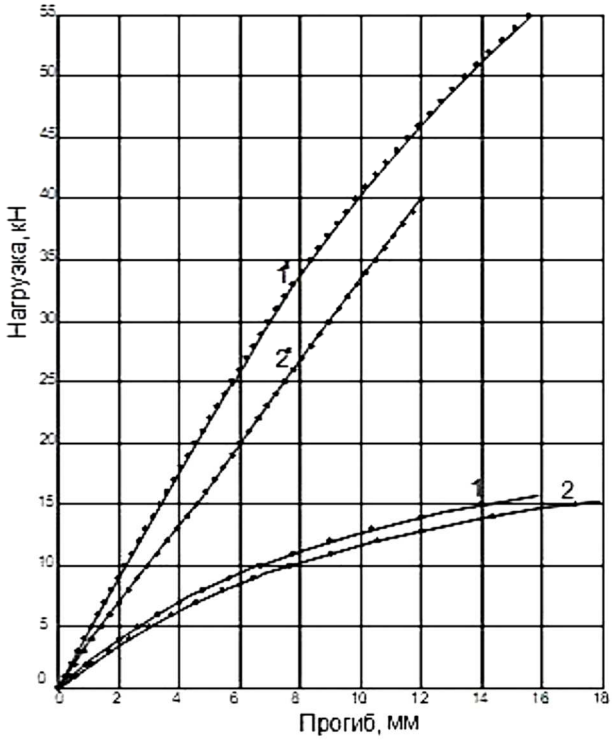


Рисунок 1 – Зависимость прогибов исходных (1, 2), восстановленных и усиленных (1', 2') железобетонных плит перекрытия от величины приложенной нагрузки

Таким образом, результаты экспериментальных исследований подтверждают высокую эффективность применения композитных материалов для усиления железобетонных плит перекрытия. Полученные данные могут быть использованы для совершенствования расчетных методик, разработки рекомендаций по проектированию усиления и внедрения современных технологий в практику реконструкции зданий и сооружений [7; 9].

Вывод.

Анализ показывает, что усиление железобетонных плит композитными материалами является эффективной альтернативой традиционным методам (наращивание сечения, металлические элементы), так как позволяет повысить несущую способность при минимальном увеличении массы и трудозатратах. Наиболее прочными являются углеродные системы (CFRP), тогда как стекло- и базальтовые композиты (GFRP, BFRP) отличаются экономичностью и устойчивостью к агрессивным средам.

Экспериментальные исследования подтверждают значительный рост предельной нагрузки, снижение прогибов и улучшение трещиностойкости плит при условии качественного сцепления композита с бетоном. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию схем усиления, совершенствование расчетных методик и расширение нормативной базы.

Литература

1. Галкин А.С. Методы реконструкции и усиления строительных конструкций. – М. : Издательство АСВ, 2019. – 352 с.
2. Конев В.Е. Справочник инженера-строителя по ремонту и реконструкции зданий и сооружений / В.Е. Конев, А.Б. Курочкин. – СПб. : Петербургская книга, 2020. – 420 с.
3. Орлов А.Ю. Основы теории расчета строительных конструкций с применением композитных материалов. – Новосибирск : Наука, 2021. – 256 с.
4. Панченко С.А. Композиционные материалы в строительстве : учеб. пособие. – Екатеринбург : УрГУПС, 2022. – 192 с.
5. Щеголев И.К. Архитектурная реконструкция и реставрация зданий и сооружений. – Саратов : Саратовский университет, 2023. – 312 с.
6. Казаков Ю.О. Теория и практика применения композитных материалов в строительстве. – Ростов н/Д : Феникс, 2024. – 288 с.
7. Абрамов В.Л. Совершенствование методов расчета и конструирования строительных конструкций. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2025. – 240 с.
8. Савин Н.С. Особенности применения лент из углеродных волокон для увеличения несущей способности конструкций / Н.С. Савин, А.Н. Леонова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 2. – С. 158–161.
9. Коновалова О.А. Современные технологии реконструкции и усиления строительных конструкций. – Воронеж : Научная книга, 2025. – 224 с.
10. Баженов Ю.М. Несущая способность восстановленных железобетонных плит перекрытия / Ю.М. Баженов, Г.В. Налбандян, В.А. Ушков // Строительство и реконструкция. – 2020. – № (5). – С. 77–86.
11. Борисов Д.Р. Усиление строительных конструкций: справочное руководство. – Тверь : Тверской гос. ун-т, 2023. – 304 с.
12. Черная А.А. Усиление строительных конструкций с помощью углеродных и композиционных материалов / А.А. Черная, В.В. Антонов, А.Н. Леонова // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2026. – № 1. – С. 199–214.

References

1. Galkin A.S. Methods for Reconstruction and Strengthening of Building Structures. – M. : ASV Publishing House, 2019. – 352 p.
2. Konev V.E. Handbook of a Civil Engineer on the Repair and Reconstruction of Buildings and Structures / V.E. Konev, A.B. Kurochkin. – SPb. : Petersburg Book, 2020. – 420 p.
3. Orlov A.Yu. Fundamentals of the Theory of Calculating Building Structures Using Composite Materials. – Novosibirsk : Nauka, 2021. – 256 p.
4. Panchenko S.A. Composite Materials in Construction : textbook. – Yekaterinburg : Ural State Transport University, 2022. – 192 p.
5. Shchegolev I.K. Architectural Reconstruction and Restoration of Buildings and Structures. – Saratov : Saratov University, 2023. – 312 p.

6. Kazakov Yu.O. Theory and Practice of Using Composite Materials in Construction. – Rostov-on/D. : Phoenix, 2024. – 288 p.
7. Abramov V.L. Improving Methods of Calculation and Design of Building Structures. – Krasnoyarsk : Siberian Federal University, 2025. – 240 p.
8. Savin N.S. Features of the use of carbon fiber tapes to increase the load-bearing capacity of structures / N.S. Savin, A.N. Leonova // Science. Technology. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2025. – № 2. – P. 158–161.
9. Konovalova O.A. Modern technologies for the reconstruction and strengthening of building structures. – Voronezh : Scientific book, 2025. – 224 p.
10. Bazhenov Yu.M. Bearing Capacity of Reconstructed Reinforced Concrete Floor Slabs / Yu.M. Bazhenov, G.V. Nalbandyan, V.A. Ushkov // Construction and Reconstruction. – 2020. – № (5). – P. 77–86.
11. Borisov D.R. Strengthening of Building Structures: A Reference Guide. – Tver : Tver State University, 2023. – 304 p.
12. Chernaya A.A. Strengthening of Building Structures with Carbon and Composite Materials / A.A. Chernaya, V.V. Antonov, A.N. Leonova // Electronic Online Polythematic Journal «Scientific Works of KubSTU». – 2026. – № 1. – P. 199–214.

УДК 621.181:681.5.01

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА ПО ИХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ РАЗГОННЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

♦♦♦♦♦

A COMPUTATIONAL COMPLEX FOR PARAMETRIC IDENTIFICATION OF SECOND-ORDER THERMAL ENERGY CONTROL OBJECTS BASED ON THEIR EXPERIMENTAL ACCELERATION CHARACTERISTICS

Нестеров Сергей Владимирович
кандидат технических наук,
доцент кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
nesterov@kubstu.ru

Гостев Дмитрий Алексеевич
студент,
Кубанский государственный технологический университет
dimon-vizitor@yandex.ru

Аннотация. Описаны возможности вычислительного комплекса, предназначенного для определения параметров математических моделей стационарных теплоэнергетических объектов регулирования, связь между внешним воздействием и реакцией на него которых может быть описана обыкновенным дифференциальным уравнением второго порядка с постоянными коэффициентами. Параметры объекта рассчитываются по его кривой разгона, полученной экспериментально по каналу внешнего воздействия. Она аппроксимируется одним из трех решений названного уравнения, соответствующих динамическим свойствам идентифицируемого объекта. Решение рассматриваемой задачи реализуется с использованием вычислительных средств системы компьютерной математики Mathcad.

Ключевые слова: вычислительный комплекс, теплоэнергетическая установка, математическая модель, передаточная функция, идентификация, разгонная характеристика, метод наименьших квадратов.

Nesterov Sergej Vladimirovich
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department
of Thermal Power Engineering
and Thermal Engineering,
Kuban State University of Technology
nesterov@kubstu.ru

Gostev Dmitry Alekseevich
Student,
Kuban State University of Technology
yuraworkshop@gmail.com

Annotation. The article describes the capabilities of a computational complex designed to determine the parameters of mathematical models of stationary thermal energy control objects, where the relationship between external influences and their responses can be described by a second-order ordinary differential equation with constant coefficients. The parameters of the object are calculated based on its acceleration curve, which is obtained experimentally through the external influence channel. This curve is approximated by one of the three solutions of the aforementioned equation, which correspond to the dynamic properties of the identified object. The solution of this problem is implemented using the computational tools of the Mathcad computer mathematics system.

Keywords: computational complex, thermal power plant, mathematical model, transfer function, identification, acceleration characteristic, least squares method.

Данный вычислительный комплекс предназначен для определения параметров математических моделей стационарных теплоэнергетических объектов регулирования (ТОР), динамические свойства которых по каналу внешнего воздействия могут быть описаны обыкновенным дифференциальным уравнением второго порядка с постоянными коэффициентами [1]:

$$a_2 \frac{d^2y(t)}{dt^2} + a_1 \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = bx(t), \qquad (1)$$

где a_1; a_2; b – коэффициенты; y – контролируемая координата (выходная величина) ТОР; x – внешнее (управляющее или возмущающее) воздействие, приложенное к входу ТОР.

В этом случае ТОР имеет передаточную функцию вида:

$$W(s) = \frac{b}{a_2 s^2 + a_1 s + 1}. \quad (2)$$

В зависимости от динамических свойств идентифицируемого ТОР, знаменатель передаточной функции (2) (характеристическое уравнение):

$$a_2 s^2 + a_1 s + 1 = 0 \quad (3)$$

может иметь:

– два действительных неравных корня при $a_1 > 2\sqrt{a_2}$;

– два действительных равных корня при $a_1 = 2\sqrt{a_2}$;

– комплексные сопряженные корни при $a_1 < 2\sqrt{a_2}$ (вариант мнимых корней не рассматривается).

В каждом из этих трех случаев передаточная функция ТОР (2) принимает соответствующий вид

$$W(s) == \frac{k}{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)}; \quad (4)$$

$$W(s) == \frac{k}{(Ts + 1)^2}; \quad (5)$$

$$W(s) == \frac{k}{T^2 s^2 + 2\xi T s + 1}, \quad (6)$$

где k; ξ – коэффициенты соответственно передачи и затухания ТОР; T, T_1; T_2 – постоянные времени ТОР.

Передаточные функции (4) и (5) соответствуют ТОР с монотонной разгонной характеристикой, обладающим динамическими свойствами инерционного звена второго порядка соответственно с неравными ($T_1 \neq T_2$) и равными ($T_1 = T_2 = T$) постоянными времени.

Передаточная функция (6) представляет динамические свойства ТОР с колебательной кривой разгона, обладающего свойствами колебательного звена.

В связи с этим экспериментальные разгонные характеристики ТОР могут быть аппроксимированы соответствующими этим свойствам (передаточным функциям) выражениями:

$$y(t) = y_0 + k\Delta x\left(1 - \frac{T_1}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t}{T_1}} + \frac{T_2}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t}{T_2}}\right); \quad (7)$$

$$y(t) = y_0 + k\Delta x\left[1 - \left(1 + \frac{t}{T}\right) e^{-\frac{t}{T}}\right]; \quad (8)$$

$$y(t) = y_0 + k\Delta x\left[1 - \frac{1}{\sqrt{1-\xi^2}} e^{-\xi\frac{t}{T}} \sin\left(\frac{\sqrt{1-\xi^2}}{T} t + \operatorname{arctg}\frac{\sqrt{1-\xi^2}}{\xi}\right)\right], \quad (9)$$

где y_0 – значение выходной величины ТОР до нанесения внешнего воздействия; Δx – изменение внешнего воздействия при снятии разгонной характеристики ТОР y(t).

Выражения (7)–(9) являются решениями уравнения (1) при $x(t) = \Delta x_1(t)$ и сформулированных ранее условиях, которым в каждом из рассматриваемых случаев должны удовлетворять его коэффициенты a_1 и a_2. Ими аппроксимируются разгонные харак-

теристики ТОР, полученные экспериментально по одному из каналов внешнего воздействия, например, регулирующего. Выбор соответствующего выражения зависит от динамических свойств идентифицируемого объекта – вида его экспериментальной разгонной характеристики. Значения неизвестных коэффициентов аппроксимирующих выражений (7)-(9) рассчитываются методом наименьших квадратов, что обеспечивает описание ими экспериментальных кривых разгона ТОР с минимальной среднеквадратичной погрешностью.

Эквивалентность передаточных функций (2) и (4)–(6) позволяет по определенным в ходе аппроксимации значениям параметров ТОР рассчитать значения коэффициентов a_1 и a_2 его математической модели (1) или передаточной функции (2) по формулам:

– при $a_1 > 2\sqrt{a_2}$ и передаточной функции (4):

$$\left.\begin{aligned} a_1 &= T_1 + T_2; \\ a_2 &= T_1 T_2; \end{aligned}\right\} \qquad (10)$$

– при $a_1 = 2\sqrt{a_2}$ и передаточной функции (5):

$$\left.\begin{aligned} a_1 &= 2T; \\ a_2 &= T^2; \end{aligned}\right\} \qquad (11)$$

– при $a_1 < 2\sqrt{a_2}$ и передаточной функции (6):

$$\left.\begin{aligned} a_1 &= 2\xi T; \\ a_2 &= T^2. \end{aligned}\right\} \qquad (12)$$

Реализуемая вычислительным комплексом процедура параметрической идентификации ТОР осуществляется средствами системы компьютерной математики Mathcad.

Литература

1. Плетнев Г.П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике: Учебник для студентов вузов. – Изд. 4-е, стереот. – М. : Издательский дом МЭИ, 2007. – 352 с.

References

1. PletnevG.P. Automation of technological processes and productions in heat power engineering: Textbook for university students. – Ed. 4th, stereot. – M. : Publishing house of MEI, 2007. – 352 p.

УДК 621.181:681.5.01

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ УЧАСТКОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПАРОВЫХ КОТЛОВ ПО ИХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

♦♦♦♦♦

DETERMINATION OF THE TRANSFER FUNCTION COEFFICIENTS OF THE STEAM BOILER CONTROL SECTIONS BASED ON THEIR EXPERIMENTAL AMPLITUDE-FREQUENCY CHARACTERISTICS

Нестеров Сергей Владимирович
кандидат технических наук,
доцент кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
nesterov@kubstu.ru

Четвериков Даниил Валерьевич
студент,
Кубанский государственный технологический университет
daniilchetver@yandex.ru

Аннотация. Представлена методика определения коэффициентов передаточной функции участков регулирования паровых котлов по их экспериментальным амплитудно-частотным характеристикам. Значения коэффициента передачи и постоянной времени объекта идентификации определяются методом наименьших квадратов по названной характеристике. В качестве уравнения регрессии используется выражение амплитудно-частотной характеристики инерционного звена третьего порядка с равными постоянными времени. Коэффициенты регрессии (параметры участка регулирования котла) определяются численным решением системы нормальных уравнений. Данная процедура оформлена в виде вычислительного модуля в системе компьютерной математики Mathcad.

Ключевые слова: паровой котел, участок регулирования, передаточная функция, идентификация, амплитудно-частотная характеристика, метод наименьших квадратов.

Nesterov Sergej Vladimirovich
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department
of Thermal Power Engineering
and Thermal Engineering,
Kuban State University of Technology
nesterov@kubstu.ru

Chetverikov Daniil Valerievich
Student,
Kuban State University of Technology
daniilchetver@yandex.ru

Annotation. The paper presents a method for determining the transfer function coefficients of steam boiler control sections based on their experimental amplitude-frequency characteristics. The values of the transfer coefficient and time constant of the identification object are determined using the least squares method based on this characteristic. The regression equation is based on the expression for the amplitude-frequency characteristic of a third-order inertial link with equal time constants. The regression coefficients (parameters of the boiler control section) are determined by numerically solving a system of normal equations. This procedure is implemented as a computational module in the Mathcad computer mathematics system.

Keywords: steam boiler, control section, transfer function, identification, amplitude-frequency characteristic, least squares method.

В статье рассматривается методика определения коэффициентов передаточной функции участка регулирования парового котла (ПК), динамические свойства которого по каналу регулирующего воздействия описываются дифференциальным уравнением вида:

$$a_3 \frac{d^3y(t)}{dt^3} + a_2 \frac{d^2y(t)}{dt^2} + a_1 \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = bx(t), \quad (1)$$

где a_1; a_2; a_3; b – коэффициенты; y – регулируемая (выходная) величина ПК; x – регулирующее (внешнее) воздействие.

При этом полагается, что регулируемый участок ПК как динамический объект обладает свойствами инерционного звена третьего порядка с равными постоянными времени с передаточной функцией:

$$W(s) = \frac{k}{(Ts+1)^3}, \quad (2)$$

где k; T – соответственно коэффициент передачи и постоянная времени ПК по рассматриваемому каналу регулирования; s – оператор Лапласа.

Поскольку уравнение (1) и передаточная функция (2) эквивалентны, между коэффициентами a_1, a_2, a_3, b и параметрами участка регулирования ПК T и k имеется связь

$$a_1 = 3T; \qquad a_2 = 3T^2; \qquad a_3 = T^3; \qquad b = k. \tag{3}$$

Она позволяет по известным значениям параметров ПК T и k рассчитать значения коэффициентов его математической модели (1).

Сами же коэффициенты T и k передаточной функции (2) предлагается определять на основе регрессионной модели ПК. Она построена методом наименьших квадратов [1] по его амплитудно-частотной характеристике (АЧХ), полученной экспериментально по каналу регулирующего воздействия вследствие изменения этого воздействия по гармоническому закону.

Для описания экспериментальной АЧХ участка регулирования ПК в качестве уравнения регрессии допустимо использовать выражение АЧХ инерционного звена третьего порядка с равными постоянными времени, соответствующее передаточной функции (2):

$$A(\omega) = \frac{k}{\sqrt{(T^2\omega^2 + 1)^3}}, \tag{4}$$

где ω – угловая частота внешнего (регулирующего) воздействия.

Очевидно, что в этом случае значения коэффициентов k и T уравнения регрессии (4) определяются из условия минимизации функционала:

$$S = \sum_{i=1}^{n}\left[A_i - \frac{k}{\sqrt{(T^2\omega_i^2 + 1)^3}}\right]^2, \tag{5}$$

где n – количество точек экспериментальной АЧХ ПК; Ai – ординаты точек экспериментальной АЧХ ПК.

Для этого необходимо составить и решить систему нормальных уравнений:

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial S}{\partial k} &= 2k\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{(T^2\omega_i^2 + 1)^3} - 2\sum_{i=1}^{n}\frac{A_i}{\sqrt{(T^2\omega_i^2 + 1)^3}} = 0; \\ \frac{\partial S}{\partial T} &= 6Tk\left[\sum_{i=1}^{n}\frac{(T^2\omega_i^2 + 1)^2 A_i\omega_i^2}{\sqrt{(T^2\omega_i^2 + 1)^9}} - k\sum_{i=1}^{n}\frac{\omega_i^2}{(T^2\omega_i^2 + 1)^4}\right] = 0. \end{aligned}\right\} \tag{6}$$

Наиболее просто процедура решения системы уравнений (6) реализуется в системе компьютерной математики Mathcad в виде вычислительного модуля, представленного на рисунке 1.

В первой строке этого модуля задается количество n = 7 точек экспериментальной АЧХ ПК A(ω), координаты которых (ω_i, A_i) представлены ниже соответственно в векторах $\boldsymbol{\omega}$ и **A**. Правее в этой же строке модуля задаются начальные приближения коэффициентов уравнения регрессии – коэффициентов передаточной функции ПК (k = 12; T = 45). Ниже расположен блок решения системы нормальных уравнений (6) Given-Find. Он открывается ключевым словом Given, после которого записаны уравнения (6). Названный блок завершается функцией Find с неизвестными переменными k и T в качестве параметров ПК. Она возвращает их значения в виде элементов вектора

D. Эти значения представлены в последней строке вычислительного модуля: k = 14,27; T = 40,11.

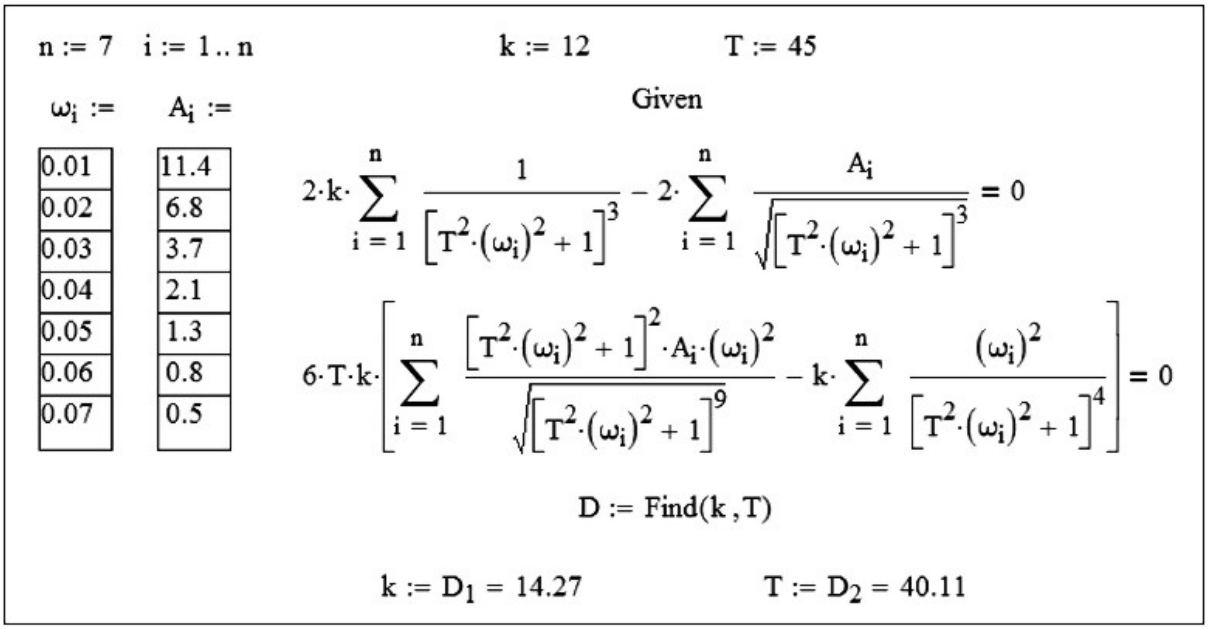


Рисунок 1 – Вычислительный модуль

Рассчитанные предлагаемым методом значения коэффициентов передаточной функции ПК k и T обеспечивают описание с минимальной среднеквадратичной погрешностью выражением (4) его экспериментальной АЧХ.

Описанная методика идентификации ПК по их экспериментальным АЧХ позволяет определять также параметры математических моделей (передаточных функций) и других теплоэнергетических установок, обладающих подобными динамическими свойствами.

Литература

1. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул : учеб. пособие для втузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1988. – 239 с.

References

1. Lvovsky E.N. Statistical Methods of Constructing Empirical Formulas : textbook for Technical Universities. – 2nd edition, revised and expanded. – M. : Vysshaya Shkola, 1988. – 239 p.

УДК 621.181:681.5.01

ОЦЕНКА ИНЕРЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА РЕГУЛИРОВАНИЯ ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКА ПО ЕГО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФАЗОЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ

♦♦♦♦♦

EVALUATION OF THE INERTIAL PROPERTIES OF A FOURTH-ORDER THERMAL ENERGY CONTROL OBJECT BASED ON ITS EXPERIMENTAL PHASE-FREQUENCY CHARACTERISTIC

Нестеров Сергей Владимирович
кандидат технических наук,
доцент кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
nesterov@kubstu.ru

Браницкий Егор Дмитриевич
аспирант,
Кубанский государственный технологический университет
egorbra@yandex.ru

Гостев Дмитрий Алексеевич
студент,
Кубанский государственный технологический университет
dimon-vizitor@yandex.ru

Аннотация. Представлена методика определения постоянных времени инерционного теплоэнергетического объекта регулирования по его экспериментальной фазочастотной характеристике методом наименьших квадратов. В качестве уравнения регрессии используется выражение фазочастотной характеристики инерционного звена четвертого порядка с двумя равными постоянными времени. Процедура определения коэффициентов регрессии (постоянных времени объекта) оформлена в виде вычислительного модуля в системе компьютерной математики Mathcad.

Ключевые слова: теплоэнергетическая установка, передаточная функция, постоянная времени, идентификация, фазочастотная характеристика, метод наименьших квадратов.

Nesterov Sergej Vladimirovich
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department
of Thermal Power Engineering
and Thermal Engineering,
Kuban State University of Technology
nesterov@kubstu.ru

Branickij Egor Dmitrievich
Graduate Student,
Kuban State University of Technology
egorbra@yandex.ru

Gostev Dmitry Alekseevich
Student,
Kuban State University of Technology
yuraworkshop@gmail.com

Annotation. The paper presents a method for determining the time constants of an inertial thermal power control object based on its experimental phase-frequency characteristic using the least squares method. The regression equation is based on the phase-frequency characteristic of a fourth-order inertial link with two equal time constants. The procedure for determining the regression coefficients (time constants of the object) is implemented as a computational module in the Mathcad computer mathematics system.

Keywords: thermal power plant, transfer function, time constant, identification, phase-frequency characteristic, least squares method.

В статье рассматривается методика определения постоянных времени теплоэнергетического объекта регулирования (ТОР), связь между внешним воздействием и реакцией на него, которого описывается дифференциальным уравнением вида:

$$a_4 \frac{d^4y(t)}{dt^4} + a_3 \frac{d^3y(t)}{dt^3} + a_2 \frac{d^2y(t)}{dt^2} + a_1 \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = bx(t), \quad (1)$$

где $a_1 \div a_4$; b – коэффициенты; y – регулируемая (выходная) величина ТОР; x – регулирующее (внешнее) воздействие.

При этом полагается, что ТОР как динамический объект обладает свойствами инерционного звена четвертого порядка с двумя равными постоянными времени и передаточной функцией:

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{k}{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)(T_3 s + 1)^2}, \quad (2)$$

где k; $T_1 \div T_3$ – соответственно коэффициент передачи и постоянные времени ТОР по рассматриваемому каналу внешнего воздействия; s – оператор Лапласа.

Так как уравнение (1) и передаточная функция (2) эквивалентны, их коэффициенты связаны соотношениями:

$$\left.\begin{aligned} a_1 &= T_1 + T_2 + 2T_3; \\ a_2 &= T_3^2 + 2(T_1 + T_2)T_3 + T_1T_2; \\ a_3 &= (T_1 + T_2)T_3^2 + 2T_1T_2T_3; \\ a_4 &= T_1T_2T_3^2. \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

$$b = k. \quad (4)$$

Постоянные времени ТОР $T_1 \div T_3$ являются количественными оценками его инерционных свойств. Их значения могут быть определены методом наименьших квадратов по фазочастотной характеристике (ФЧХ) ТОР, полученной экспериментально по каналу внешнего воздействия.

Для описания этой характеристики в качестве уравнения регрессии допустимо использовать выражение ФЧХ инерционного звена четвертого порядка, соответствующее передаточной функции (2):

$$\varphi_a(\omega) = \operatorname{arctg}\frac{[2T_1T_2 + (T_1 + T_2)T_3]T_3\omega^3 - (T_1 + T_2 + 2T_3)\omega}{T_1T_2T_3^2\omega^4 - [T_1T_2 + 2(T_1 + T_2)T_3 + T_3^2]\omega^2 + 1}, \quad (5)$$

где ω – угловая частота внешнего воздействия.

Процедура определения коэффициентов регрессионного уравнения (5) реализуется в системе компьютерной математики Mathcad в виде вычислительного модуля [1], представленного на рисунке 1.

$D :=$

0	0.003	0.006	0.009	0.012	0.015	0.018	0.021
0	-0.13	-0.25	-0.38	-0.5	-0.62	-0.74	-0.85

$n := 8 \qquad i := 1..n \qquad \omega_i := D_{1,i} \qquad \varphi_i := D_{2,i}$

$T_{10} := 28 \qquad T_{20} := 8 \qquad T_{30} := 6 \qquad B := \left(T_{10}\ \ T_{20}\ \ T_{30}\right)^T$

$$F(\omega, T_1, T_2, T_3) := \begin{bmatrix} \operatorname{atan}\left[\dfrac{\left[2\cdot T_1\cdot T_2 + (T_1 + T_2)\cdot T_3\right]\cdot T_3\cdot\omega^3 - (T_1 + T_2 + 2\cdot T_3)\cdot\omega}{T_1\cdot T_2\cdot {T_3}^2\cdot\omega^4 - \left[T_1\cdot T_2 + 2\cdot(T_1 + T_2)\cdot T_3 + {T_3}^2\right]\cdot\omega^2 + 1}\right] \\ -\dfrac{\omega}{{T_1}^2\cdot\omega^2 + 1} \\ -\dfrac{\omega}{{T_2}^2\cdot\omega^2 + 1} \\ -\dfrac{2\cdot\omega}{{T_3}^2\cdot\omega^2 + 1} \end{bmatrix}$$

$T := genfit(\omega, \varphi, B, F) \qquad T_1 = 24.02 \qquad T_2 = 7.25 \qquad T_3 = 5.57$

Рисунок 1 – Вычислительный модуль

Вычислительный модуль предназначен для расчета по координатам точек (ω_i, φ_i) экспериментальной ФЧХ ТОР $\varphi(\omega)$ методом наименьших квадратов значений коэффициентов уравнения (5) $T_1 \div T_3$.

В начале этого модуля элементам двухмерного массива (табл.) **D** присваиваются значения координат точек экспериментальной ФЧХ ТОР (ω_i, φ_i). Ниже задается их количество n = 8. Далее в этой же строке сформированы векторы-столбцы $\boldsymbol{\omega}$ и $\boldsymbol{\varphi}$, элементами которых являются соответственно абсциссы ωi и ординаты φi точек экспериментальной ФЧХ ТОР, содержащиеся в первой ($\mathbf{D}_{1,i}$) и второй ($\mathbf{D}_{2,i}$) строках массива **D**.

Ниже в вычислительном модуле переменным T_{10}, T_{20}, T_{30} присваиваются начальные приближения (значения) искомых коэффициентов регрессионной модели (5) – постоянных времени ТОР (T_{10} = 28 с; T_{20} = 8 с; T_{30} = 6 с). Они являются элементами вектора:

$$\boldsymbol{B} = \left| \begin{array}{ccc} T_{10} & T_{20} & T_{30} \end{array} \right|^T \qquad (6)$$

и необходимы для итерационного решения системы уравнений:

$$\boldsymbol{F}(\omega, T_1, T_2, T_3) = \left| \begin{array}{cccc} \varphi_a(\omega) & \dfrac{\partial \varphi_a(\omega)}{\partial T_1} & \dfrac{\partial \varphi_a(\omega)}{\partial T_2} & \dfrac{\partial \varphi_a(\omega)}{\partial T_3} \end{array} \right|^T, \qquad (7)$$

которая образованна регрессионным выражением (5) и его аналитически определенными частными производными первого порядка по постоянным времени $T_1 \div T_3$. В вычислительном модуле эта система уравнений представлена в виде вектора $\boldsymbol{F}(\omega, T_1, T_2, T_3)$.

Искомые значения коэффициентов регрессионной модели (5) определяются с помощью функции *genfit* ($\boldsymbol{\omega}$, $\boldsymbol{\varphi}$, ***B***, ***F***), в которой экспериментальная АЧХ ТОР представлена *n* координатами своих точек (ω_i, φ_i) соответственно в векторах $\boldsymbol{\omega}$ и $\boldsymbol{\varphi}$, начальные приближения параметров ТОР T_{10}, T_{20}, T_{30} – вектором ***B*** (6), а правые части системы (7) – символьными элементами вектора $\boldsymbol{F}(\omega, T_1, T_2, T_3)$.

Функция *genfit* ($\boldsymbol{\omega}$, $\boldsymbol{\varphi}$, ***B***, ***F***) возвращает неизвестные значения параметров регрессионной модели (5) ТОР в виде элементов вектора T. Они представлены в нижней строке вычислительного модуля:

$$T_1 = 24{,}02 \text{ с}; \; T_2 = 7{,}25 \text{ с}; \; T_3 = 5{,}57 \text{ с}.$$

По найденным значениям постоянных времени ТОР по выражениям (3) могут быть рассчитаны коэффициенты его математической модели (1).

Литература

1. Дьяконов В.П. MATHCAD 8/2000: Специальный справочник. – СПб. : Питер, 2000. – 592 с.

References

1. Dyakonov V.P. MATHCAD 8/2000: Special Reference Book. – SPb. : Peter, 2000. – 592 p.

УДК 664.64.022.39 : 664.651

РАЗРАБОТКА БЕЗГЛЮТЕНОВОЙ КОМПОЗИТНОЙ КОНДИТЕРСКОЙ СМЕСИ

♦♦♦♦♦

DEVELOPMENT OF GLUTEN-FREE COMPOSITE CONFECTIONERY MIXTURE

Орлова Татьяна Владимировна
кандидат технических наук,
доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции,
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина;
доцент ВАК,
академический советник
Российской инженерной академии
schekoldina_tv@mail.ru

Ольховатов Егор Анатольевич
кандидат технических наук,
доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции,
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина;
доцент ВАК,
действительный член Российской инженерной академии – ученый секретарь Кубанского отделения
olhovatov_e@inbox.ru

Дробина Александра Сергеевна
обучающаяся 4-го курса бакалавриата,
факультет пищевых технологий,
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина
alex.drobina@mail.ru

Коновалова Екатерина Николаевна
обучающаяся 4-го курса бакалавриата,
факультет пищевых технологий,
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина
konovalova_kate2004@mail.ru

Аннотация. Проведен анализ имеющихся по тематике исследования разработок. Предложены рецептуры безглютеновых композитных кондитерских смесей. Сделан выбор оптимальной мучной композиции. Разработан и обоснован безреагентный способ биоцидной обработки упаковываемой продукции. Показана его применимость при реализации предложенной технологии.

Ключевые слова: безглютеновое питание, композитная мучная смесь, биоцидная обработка, кондитерские изделия.

Orlova Tatyana Vladimirovna
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Crop Products,
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trublin;
Associate Professor of the Higher Attestation Commission,
Academic Adviser of the Russian Academy of Engineering
schekoldina_tv@mail.ru

Olkhovatov Egor Anatolyevich
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Plant Products,
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin;
Associate Professor of the Higher Attestation Commission,
full member of the Russian Academy of Engineering – Academic Secretary of the Kuban branch
olhovatov_e@inbox.ru

Drobina Alexandra Sergeevna
4th-year Bachelor's Student,
Faculty of Food Technology,
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trublin
alex.drobina@mail.ru

Konovalova Ekaterina Nikolaevna
4th-year Bachelor's Student at the Faculty of Food Technology,
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trublin,
konovalova_kate2004@mail.ru

Annotation. The analysis of the available research developments is carried out. The formulations of gluten-free composite confectionery mixtures are proposed. The optimal flour composition was selected. An agent-free method of biocidal treatment of packaged products has been developed and substantiated. Its applicability in the implementation of the proposed technology is shown.

Keywords: gluten-free food, composite flour mixture, biocidal treatment, confectionery products.

Безглютеновое питание популярно и востребовано на настоящем этапе развития пищевой промышленности. По этой причине актуальными являются работы по созданию продуктов такой группы мучных кондитерских изделий. При все-

стороннем исследовании вопроса разработки рецептур безглютеновых мучных смесей был проведен патентный поиск и выявлены аналоги и прототип для осуществляемой разработки.

Аналогом предложенной разработки является способ производства сахарного печенья с функциональными свойствами [1], включающий приготовление эмульсии, замес теста, его формование и выпечку. При этом для приготовления эмульсии используют разогретое до 29–34 °С сливочное масло, пудру сахарную и пудру ванильную. При замесе теста используют смесь муки пшеничной высшего сорта и конопляной муки с добавлением меланжа и соли пищевой профилактической при следующем соотношении компонентов, кг:

мука пшеничная высшего сорта	543–548
конопляная мука	16,5–17
пудра сахарная	180–185
масло сливочное	370–380
меланж	55–57
пудра ванильная	2,5–3,5
соль пищевая профилактическая	0,3–0,6

Недостатком данного способа является использование муки пшеничной, содержащей глютен и противопоказанной для употребления в питании людей, страдающих целиакией.

Другим аналогичным разработанному является способ приготовления безглютеновой сухой смеси для блинчиков [2], включающий смесь муки льняной и муки кунжутной, взятых в соотношении 3:1, крахмал кукурузный, сахар-песок, соль поваренную, кислоту лимонную, разрыхлитель, порошок абрикоса при следующем содержании исходных компонентов, мас.%:

смесь муки льняной и муки кунжутной	50,0–70,0
крахмал кукурузный	10,0–30,0
сахар-песок	4,0
соль поваренная	1,5
кислота лимонная	1,0
разрыхлитель	1,5
порошок абрикоса	12,0

Недостатком данной сухой смеси является превалирующее количество льняной муки, имеющей ограничение при желчекаменной и мочекаменной болезнях. Обладая слабым желчегонным эффектом, льняная мука может стать одной из причин «движения» конкрементов («камней»), дальнейшей закупорки желчных протоков, болей и нарушения мочеиспускания. Кунжутная мука отличается высокой стоимостью и может вызвать аллергическую реакцию при индивидуальной непереносимости. Аллергия на кунжут входит в десятку самых распространенных пищевых аллергий у детей. В совокупности льняная и кунжутная мука обладают высоким содержанием липидов, что может негативно отразиться на сроках годности и органолептических показателях при отсутствии антиокислительных мероприятий.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату, а потому являющимся прототипом предложенному, является способ приготовления безглютеновой мучной кондитерской смеси [3], включающий рисовую муку, кукурузный крахмал, ксантановую камедь, пектин, лимонную кислоту, разрыхлитель пищевую соду, растительный лецитин при следующем соотношении исходных компонентов, мас.%:

рисовая мука	72,0
кукурузный крахмал	22,3
ксантановая камедь	1,5
пектин	0,2
лимонная кислота	1,0
пищевая сода	1,0
растительный лецитин	2,0

Недостатком данного способа приготовления безглютеновой мучной кондитерской смеси является низкая пищевая ценность основного мучного компонента – рисовой муки, снижение некоторых органолептических показателей качества смеси и высокая стоимость пектина.

Техническим результатом разработанного нами решения является повышение пищевой ценности безглютеновой композитной кондитерской смеси. Технический результат достигается тем, что в способе приготовления безглютеновой композитной кондитерской смеси, характеризующийся тем, что используют муку конопляную и смесь готовят путем последовательного смешивания муки рисовой, муки конопляной, кэроба, ксантановой камеди, лецитина соевого, аскорбиновой кислоты и подвергают полученную смесь воздействию электромагнитным полем в частотном диапазоне 75–425 кГц режима «волновые качели» в течение 12–15 мин, после чего вакуумируют в герметичные упаковки из полиэтилена толщиной 200–250 мкм при возможности хранения до 18–24 мес., при следующем соотношении компонентов, мас.%:

мука рисовая	80,32
мука конопляная	14,18
кэроб	3,55
ксантановая камедь	1,2
лецитин соевый	0,7
аскорбиновая кислота	0,05

Новизна заявленной безглютеновой композитной кондитерской смеси обусловлена тем, что за счет внесения муки конопляной, не содержащей глютен, увеличивается пищевая ценность смеси; добавление порошка рожкового дерева кэроба, обладающего насыщенным коричневым цветом, выраженным сладким вкусом и карамельным ароматом, маскирует зеленоватый цвет и травянистый привкус муки конопляной, что в совокупности позволяет увеличить ее дозировку в мучной смеси; внесение аскорбиновой кислоты замедляет окисление питательных веществ и работает как улучшитель каркаса теста; обработка электромагнитным полем в низкочастотном диапазоне предложенных значений инактивирет грибковые и бактериальные клетки, позволяет добиться антисептического эффекта [4], что в сочетании с антиоксидантным эффектом от внесения аскорбиновой кислоты, существенно пролонгирует период хранения.

Новые компоненты, входящие в состав безглютеновой композитной кондитерской смеси, позволяют расширить ассортимент мучных кондитерских изделий, получить продукт с высокой пищевой ценностью.

Сопоставительный анализ заявленного решения с прототипом позволяет сделать вывод, что заявленный способ приготовления безглютеновой композитной кондитерской смеси отличается от прототипа тем, что:

– используют конопляную муку для повышения пищевой ценности безглютеновой композитной кондитерской смеси;

– вносят кэроб для улучшения органических показателей готовых изделий, придавая им насыщенный коричневый цвет, имитируя шоколадный, выраженный сладкий вкус и карамельный аромат;

– добавляют аскорбиновую кислоту, способствуя замедлению окисления питательных веществ муки конопляной и кэроба;

– проводят обработку безглютеновой композитной кондитерской смеси электромагнитным полем в низкочастотном диапазоне для увеличения периода ее хранения.

По этим признакам можно сделать вывод о соответствии заявленного технического решения критерию «изобретательский уровень». Заявленная безглютеновая композитная кондитерская смесь соответствует критерию «промышленная применимость», так как ее можно использовать на любом кондитерском предприятии.

Мука конопляная обладает уникальным химическим составом. Согласно литературным данным, в муке конопли в зависимости от сорта и региона произрастания содержится до 20 % белков, до 25 % липидов, богатых полиненасыщенными жирными кислотами, 20–30 % углеводов, большая часть из которых составляет нерастворимые

пищевые волокна, от 3,7 до 5,9 % минеральных веществ, представленных фосфором, магнием, калием, натрием, кальцием, железом, цинком, марганцем и медью. Липиды муки конопляной отличаются высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот (линолевая кислота), основную мононенасыщенную жирную кислоту составляет олеиновая кислота. Белки конопли отличаются высокой усвояемостью по сравнению с соевыми белками (даже в необработанном виде и без теплового воздействия). Аминокислотный состав белков конопли отличается полным набором всех незаменимых аминокислот. По показателю белка продукт абсолютно не уступает соевому белку и куриным яйцам. Несмотря на свое растительное происхождение, конопляная мука не содержит глютена. Мука конопляная также содержит природные антиоксиданты, биоактивные компоненты, биоактивные пептиды, фенольные соединения, токоферолы, фитостерины [5].

Кэроб представляет собой сладкий порошок кофейного цвета с насыщенным орехово-карамельный вкусом, полученный путем измельчения сушеных плодов рожкового дерева. Уникальные биологические свойства кэроба обусловлены наличием таких соединений, как галловая кислота, которая обладает антибактериальными, антивирусными и антиоксидантными свойствами и галактоманны-гетерополисахариды, состоящие из остатков галактозы и маннозы, способные связывать воду. В кэробе содержится до 1,99 % липидов, представленных олеиновой и линолевой жирными кислотами; 25–26 % белков, отличающихся полным набором незаменимых аминокислот, 6–7 % клетчатки, углеводов, токоферолы, стерины, кальций, магний, что в совокупности отражает питательный, диетический и антиоксидантный потенциал этого продукта [6].

Аскорбиновая кислота является органическим соединением, пищевой добавкой и применяется в пищевой промышленности в качестве антиоксиданта, препятствуя окислению. Кроме этого, выполняет роль стабилизатора окраски, подкислителя (регулятора кислотности). Увеличивает срок хранения продуктов в несколько раз, замедляет ферментативное окисление питательных веществ, заметно ускоряет сроки созревания теста (сокращает необходимое время брожения) и укрепляет его структуру.

При выборе режимов электромагнитной обработки заявляемого способа руководствовались рекомендациями источников, содержащих методики медицинского назначения, признанные эффективными и безопасными для человека. Принятый в изобретении частотный диапазон 75–425 кГц обеспечивает подавление патогенной микрофлоры грибковой и бактериальной природы. Возможность такого подхода описана Х. Кларк, которая приводит в своём труде таблицу распределения частотных диапазонов для отдельных видов патогенных организмов [7]. Длительность обработки 12–15 мин. является достаточной для полного подавления их жизнедеятельности [8]. Режим «волновые качели» позволяет осуществлять быстрое последовательное воздействие электромагнитным полем с охватом рабочих частот всего заявленного диапазона, вследствие чего достаточным является однократное воздействие. Обработку безглютеновой мучной кондитерской смеси при заявленных режимах воздействия с высокой эффективностью позволяет реализовать разработанная установка, в основе которой – стандартный генератор сигналов специальной формы (ГСС) с программируемыми характеристиками выходного сигнала [9].

Приготовление безглютеновой композитной кондитерской смеси реализуют следующим образом. Составляют смесь из муки рисовой, муки конопляной, кэроба, ксантановой камеди, лецитина соевого, аскорбиновой кислоты, тщательно перемешивают, подвергают магнитному сепарированию и просеиванию, далее подвергают полученную смесь воздействию электромагнитным полем в частотном диапазоне 75–425 кГц режима «волновые качели» в течение 12–15 мин, после чего вакуумируют в герметичные упаковки из полиэтилена толщиной 200–250 мкм.

Применение безглютеновой композитной кондитерской смеси апробировано в рецептуре для круассанов. Эксперимент состоял из следующих основных этапов: подготовки сырья к производству; просеивания сухих и процеживания жидких ингредиентов, смешивание подготовленных муки и дрожжей, добавление соли, сахара, молока и перемешивание для получения однородной массы; расстойка теста происходит при комнатной температуре для увеличения его в объеме; раскатка теста – это операция его разделки, заключающаяся в придании тестовой заготовке прямоугольной формы;

формирование круассанов – это операция разделки теста, заключающаяся в придании тестовой заготовке формы, соответствующей круассану; расстойка готовых полуфабрикатов состоит в выдерживании заготовок изделий при температуре 23 ± 2 °С с целью разрыхления и образования необходимого объема; выпекание изделий состоит в прогревании в пекарной камере тестовых заготовок до превращения их в готовый продукт. Органолептические характеристики вырабатываемой таким способом продукции приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследования органолептических свойств продукта, вырабатываемого по существующей рецептуре

Показатель	Характеристика
Форма изделий, поверхность	Нерасплывчатая в виде полумесяца, без деформации. Поверхность ровная, не подгорелая
Состояние мякиша	Хорошо пропеченный круассан, без уплотнений, без комочков и следов непромеса, с легко отделимыми друг от друга отдельными слоями
Цвет	Светло-коричневый, однородный
Вкус и запах	Свойственный, сладковатый, приятный аромат. Без посторонних привкусов и запахов

Основным компонентом, определяющим пищевую ценность и органолептические показатели разрабатываемой безглютеновой композитной кондитерской смеси, является мука конопляная, дозировки которой были приняты на основании проведенных ранее исследований и в экспериментальных рецептурах составили от 10 до 20 % с шагом 5 % к общей массе муки рисовой. Количества остальных компонентов безглютеновой композитной кондитерской смеси – кэроба, ксантановой камеди, лецитина соевого и аскорбиновой кислоты, – не изменялись.

Приготовление разработанной безглютеновой композитной кондитерской смеси осуществляют следующим образом. Соединяют компоненты при следующем соотношении, мас.%: мука рисовая – 80,32; мука конопляная – 14,18; кэроб – 3,55; ксантановая камедь – 1,2; лецитин соевый – 0,7; аскорбиновая кислота – 0,05. Продукт тщательно перемешивают, подвергают магнитному сепарированию и просеиванию, далее на полученную смесь воздействуют электромагнитным полем в частотном диапазоне 75–425 кГц режима «волновые качели», обеспечивающем подавление патогенной микрофлоры грибковой и бактериальной природы, в течение 15 мин, после чего вакуумируют в герметичные упаковки из полиэтилена толщиной 250 мкм.

Соотношение ингредиентов для круассанов с безглютеновой композитной кондитерской смесью в составе представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Компонентный состав разработанных опытных образцов рецептур круассанов с безглютеновой композитной кондитерской смесью

Наименование сырья	Расход сырья на 100 кг, готового продукта, кг, по рецептурам:			
	1	2	3	4
Безглютеновая мучная кондитерская смесь:				
мука рисовая	34,17	32,27	30,37	32,49
мука конопляная	3,8	5,7	7,6	5,74
кэроб	1,43	1,43	1,43	1,44
ксантановая камедь	0,49	0,49	0,49	0,48
лецитин соевый	0,29	0,29	0,29	0,28
аскорбиновая кислота	0,02	0,02	0,02	0,02
Сахар белый	3,9			3,85
Молоко нормализованное	16,05			16,0
Яйцо куриное	5,85			5,80
Дрожжи сухие инстантные	0,9			0,90
Соль поваренная	0,65			0,60
Масло сливочное (82,5 %)	32,45			32,40
Итого:	100			

Из числа разработанных рецептур, приведенных в описании, была выбрана одна, позволяющая получать приемлемый по качеству продукт. Выбор осуществлялся по результатам органолептической оценки, итоги которой приведены в таблице 3.

Результаты органолептической оценки качества готовых изделий представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты исследования органолептических свойств продукта, вырабатываемого по разработанной рецептуре

Показатель	Характеристика
Форма изделий, поверхность	Нерасплывчатая в виде полумесяца, без деформации. Поверхность шероховатая, не подгорелая
Состояние мякиша	Хорошо пропеченный круассан, без уплотнений, без комочков и следов непромеса, с легко отделимыми друг от друга отдельными слоями
Цвет	Темно-коричневый, однородный с черными вкраплениями
Вкус и запах	Слегка ощущается специфический травяной привкус и аромат муки конопляной. Без посторонних привкусов

При дегустационном анализе круассанов установлено, что в разработанных рецептурах на органолептические показатели качества оказывает влияние мука конопляная. Рецептура, содержащая минимальное количество муки конопляной, отличается от прототипа только коричневым цветом. Дальнейшее увеличение содержания муки конопляной способствует появлению небольших трещин на поверхности изделий, темно-коричневого цвета с множеством черных вкраплений, усилению специфического травяного привкуса и аромата. Оптимальным из приведенных вариантом является рецептура 4, где количество конопляной муки, с одной стороны, не оказывает влияние на поверхность готовых изделий, но слегка привносит специфику вкуса и аромата, создающих в совокупности с остальными рецептурными компонентами с потребительской точки зрения вкусо-ароматическую многогранность.

Сравнительный анализ химического состава и степени удовлетворения суточной потребности различных категорий населения в основных пищевых веществах при употреблении 100 г круассанов существующего прототипа и заявляемого способа представлены в таблицах 4–6.

При расчете руководствовались Методическими рекомендациями МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации.

Таблица 4 – Нутриентный состав вырабатываемых круассанов

Пищевые вещества	Прототип	Рецептура 4
Макронутриенты, г/100 г:		
Белки	3,8	8,2
Жиры	23,1	23,2
Углеводы,	67,4	58,4
в т.ч. пищевые волокна	0,82	5,85
Витамины, мг/100 г:		
B_1	0,062	0,364
B_2	0,051	0,694
B_6	0,029	0,344
Макро- и микроэлементы, мг/100 г:		
Цинк	0,301	3,527
Железо	0,801	17,594
Калий	181,72	1136,45
Кальций	149,93	236,41
Магний	10,21	436,47
Фосфор	68,21	189,54

Таблица 5 – Степень удовлетворения суточной потребности различных категорий населения в основных пищевых веществах при употреблении 100 г круассанов

Наименование пищевых веществ	Содержание пищевых веществ		Суточная потребность, мг / Степень удовлетворения в суточной потребности, %			
			мужчины КФА – 1,9; 18–29 лет		женщины КФА – 1,9; 18–29 лет	
	Прототип	Рецептура 5	Прототип	Рецептура 5	Прототип	Рецептура 5
Белки, г, в т.ч.	3,8	8,2	102/3,73	102/8,04	81/3,95	81/10,13
растительный, г	3,8	8,2	49/7,76	49/16,7	59/6,4	59/13,9
Пищевые волокна, г	0,82	5,85	22/3,73	22/26,6	22/3,73	22/26,6
Витамин B_1, мг	0,062	0,364	1,5/4,4	1,5/24,5	1,5/4,4	1,5/24,5
Витамин B_2, мг	0,051	0,694	1,8/2,84	1,8/38,6	1,8/2,84	1,8/38,6
Витамин B_6, мг	0,029	0,344	2,0/1,45	2,0/17,2	2,0/1,45	2,0/17,2
Железо, мг	0,801	17,594	10/8,1	10/175,9	18/4,45	18/97,7
Цинк, мг	0,301	3,527	12/2,6	12/29,4	12/2,6	12/29,4
Магний, мг	10,21	436,47	420/2,44	420/103,9	420/2,44	420/103,9
Фосфор, мг	68,21	189,54	700/9,45	700/27,08	800/8,53	800/23,7
Калий, мг	181,72	1136,45	3500/5,2	3500/32,47	3500/5,2	3500/32,47
Кальций, мг	149,93	236,41	1000/14,93	1000/23,6	1000/14,93	1000/23,6

Таблица 6 – Степень удовлетворения суточной потребности представителей отдельных категорий населения в основных пищевых веществах при употреблении 100 г круассанов

Наименование пищевых веществ	Содержание пищевых веществ		Суточная потребность, г или мг / Степень удовлетворения в суточной потребности, %			
			юноши от 15 до 17 лет		девушки от 15 до 17 лет	
	Прототип	Рецептура 5	Прототип	Рецептура 5	Прототип	Рецептура 5
Белки, г, в т.ч.	3,8	8,2	87/4,37	87/9,43	75/5,07	75/10,9
растительный, г	3,8	8,2	40/7,5	40/20,5	40/7,5	40/20,5
Витамин B_1, мг	0,062	0,364	1,5/4,4	1,5/24,5	1,3/4,7	1,3/28,0
Витамин B_2, мг	0,051	0,694	1,8/2,84	1,8/38,6	1,5/3,4	1,5/46,3
Витамин B_6, мг	0,029	0,344	2,0/1,45	2,0/17,2	1,6/5,0	1,6/21,5
Железо, мг	0,801	17,594	15/5,34	15/117,3	18/4,45	18/97,7
Цинк, мг	0,301	3,527	12/2,6	12/29,4	12/2,6	12/29,4
Магний, мг	10,21	436,47	400/2,56	400/109,1	400/2,56	400/109,1
Фосфор, мг	68,21	189,54	900/7,58	900/21,06	900/7,58	900/21,06
Калий, мг	181,72	1136,45	3500/5,7	3500/35,5	3500/5,7	3500/35,5
Кальций, мг	149,93	236,41	1200/12,5	1200/19,7	1200/12,5	1200/19,7

Таким образом, композитная смесь, полученная предложенным способом, обладает повышенной пищевой ценностью, так как в ней содержится белков в 2,16 раза, клетчатки – в 7,14 раза, витамина B_1 – в 5,87 раза, витамина B_2 – в 13,61 раза, витамина B_6 – в 11,87 раза, цинка – в 11,72 раза, железа – в 21,97 раза, калия – в 6,26 раза, кальция – в 1,58 раза, магния – в 42,75 раза, фосфора – в 2,78 раза по сравнению с прототипом.

На основании проведенных расчетов круассаны разработанной рецептуры в отличие от прототипа можно обозначить как продукты повышенной пищевой ценности, удовлетворяющих в расчете на одну порцию (100 г) не менее 15 % от суточной физиологической потребности в растительном белке (от 16,7 %), пищевых волокнах (26,6 %),

витамине B_1 (от 24,5 %), витамине B_2 (от 38,6 %), витамине B6 (от 17,2 %), железе (от 27,08 %), калии (35,5 %), кальции (от 19,7 %) для различных категорий населения.

Данное техническое решение позволяет расширить ассортимент безглютеновых мучных кондитерских изделий с использованием нетрадиционного растительного сырья, обладающего повышенной пищевой ценностью.

Литература

1. Патент № 2822746 C1 Российская Федерация, МПК A21D 8/02, A21D 13/047, A21D 13/80. Способ производства сахарного печенья с функциональными свойствами: № 2023106305: заявл. 16.03.2023: опубл. 12.07.2024 / К.А. Абоймов, О.П. Храпко, Н.С. Санжаровская, Н.В. Сокол; заявитель ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ.
2. Патент № 2640833 C1 Российская Федерация, МПК A21D 13/00. Безглютеновая сухая смесь для блинчиков: № 2017109290: заявл. 20.03.2017: опубл. 12.01.2018 / О.А. Корнева, Е.Г. Дунец, О.С. Лысенко [и др.]; ФГБОУ ВО КубГТУ.
3. Патент № 2711804 C1 Российская Федерация, МПК A21D 13/066, A21D 13/80. Способ приготовления безглютеновой мучной кондитерской смеси: № 2019128148: заявл. 06.09.2019: опубл. 22.01.2020 / И.Ю. Резниченко, Д.М. Бородулин, Н.С. Пикулина; ФГБОУ ВО КемГУ.
4. Патент № 2770866 C1 Российская Федерация, МПК A21D 2/02, A23L 3/26. Способ консервации рисовой мучки: № 2021117265: заявл. 11.06.2021: опубл. 22.04.2022 / Е.А. Ольховатов, Г.И. Касьянов, В.Ю. Айрумян, С.В. Фомин; заявитель ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ.
5. Орлова Т.В. Разработка рецептуры и оценка качества мучных восточных сладостей шакерчурек, обогащенных мукой конопляной / Т.В. Орлова, Е.А. Красноселова, Н.Р. Ринатова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2022. – № 3(53). – С. 12–29.
6. Ткачева Н. Кэроб: полезный заменитель какао и суперфуд для здоровья / Н. Ткачева, Т. Елисеева // Журнал здорового питания и диетологии. – 2022. – № 19. – С. 64–68.
7. Clark H.P. Heilung ist möglich. – Knaur, 1997. – 665 p.
8. Готовский Ю.В. Резонансно-частотная диагностика и терапия грибков, вирусов, бактерий, простейших и гельминтов. Методические рекомендации / Ю.В. Готовский, Л.Б. Косарева, Л.А. Фролова. – М. : ИМЕДИС, 2000. – 70 с.
9. Установка для обработки пищевых сред низкочастотным электромагнитным полем с модулируемыми характеристиками / В.И. Шипулин [и др.] // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2017. – № 5(62). – С. 52–59.

References

1. Patent № 2822746 C1 Russian Federation, IPC A21D 8/02, A21D 13/047, A21D 13/80. Method of production of sugar biscuits with functional properties: № 2023106305: application 03/16/2023: published 07/12/2024 / K.A. Aboymov, O.P. Khrapko, N.S. Sanzharovskaya, N.V. Sokol; applicant FGBOU HE Kuban State Agrarian University.
2. Patent № 2640833 C1 Russian Federation, IPC A21D 13/00. Gluten-free dry mixture for pancakes: № 2017109290: application 20.03.2017: published 12.01.2018 / O.A. Korneva, E.G. Dunets, O.S. Lysenko [et al.]; FSBEI HE KubGTU.
3. Patent № 2711804 C1 Russian Federation, IPC A21D 13/066, A21D 13/80. Method of preparation of gluten-free pastry flour mixture: № 2019128148: application no. 09/06/2019: published on 01/22/2020 / I.Yu. Reznichenko, D.M. Borodulin, N.S. Pikulina; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education KemGU.
4. Patent № 2770866 C1 Russian Federation, IPC A21D 2/02, A23L 3/26. Method of preserving rice flour: № 2021117265: application 11.06.2021: published 22.04.2022 / E.A. Olkhovatov, G.I. Kasyanov, V.Yu. Ayrumyan, S.V. Fomin; applicant FSBEI HE Kuban State Agrarian University.
5. Orlova T.V. Formulation development and quality assessment of flour oriental sweets shakerchurek, enriched with hemp flour / T.V. Orlova, E.A. Krasnoselova, N.R. Rinatova // Scientific Journal of the National Research University of ITMO. Series: Food production processes and apparatuses. – 2022. – № 3(53). – P. 12–29.
6. Tkacheva Natalia. Carob: a useful cocoa substitute and superfood for health / Natalia Tkacheva, Tatiana Eliseeva // Journal of Healthy Nutrition and Dietetics. – 2022. – №. 19. – P. 64–68.
7. Clark H.P. Heilung ist möglich. – Knaur, 1997. – 665 p.
8. Gotovsky Yu.V. Resonance frequency diagnostics and therapy of fungi, viruses, bacteria, protozoa and helminths. Methodological recommendations / Y.V. Gotovsky, L.B. Kosareva, L.A. Frolova. – M. : IMEDIS, 2000. – 70 p.
9. Installation for processing food media with a low-frequency electromagnetic field with modulated characteristics / V.I. Shipulin [et al.] // Bulletin of the North Caucasus Federal University. – 2017. – № 5(62). – P. 52–59.

УДК 76.022

ТРАССИРОВКА ЛУЧЕЙ КАК ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ФОТОРЕАЛИСТИЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ

♦♦♦♦♦

RAY TRACING AS A TECHNOLOGY FOR CREATING PHOTOREALISTIC IMAGES IN COMPUTER GRAPHICS

Питкин Виктор Александрович
старший преподаватель
кафедры физического воспитания и спорта
Кубанский государственный технологический университет
irvik25@mail.ru

Рогалевич Андрей Александрович
студент группы 24-М-СЖ2,
факультет инженерии машиностроения и транспорта,
Кубанский государственный технологический университет
rogalevegh@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается трассировка лучей как одна из ключевых технологий создания фотореалистичных изображений в компьютерной графике. Описываются история возникновения метода, принципы его работы, преимущества и недостатки, а также современные подходы к реализации, включая аппаратное ускорение. Основное внимание уделяется сравнению трассировки лучей с традиционными методами рендеринга, механизмам глобального освещения и возможностям применения в реальном времени. В работе анализируются факторы развития технологии, её эволюция от оффлайн-рендеринга к интерактивным приложениям, а также перспективы дальнейшего использования. Особое внимание уделено роли трассировки лучей в достижении высокого уровня реализма и влиянию на современную индустрию компьютерной графики. Статья ориентирована на студентов технических и IT-специальностей, специалистов в области компьютерной графики, разработчиков игр и визуализации, а также на всех интересующихся современными технологиями рендеринга.

Ключевые слова: трассировка лучей, компьютерная графика, фотореализм, рендеринг, глобальное освещение, трассировка пути, аппаратное ускорение, реконструкция лучей.

Pitkin Victor Alexandrovich
Senior Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
irvik25@mail.ru

Rogalevich Andrey Alexandrovich
Student of group 24-M-SJ2
Faculty of Mechanical Engineering
and Transport,
Kuban State Technological University
rogalevegh@gmail.com

Annotation. The article examines ray tracing as one of the key technologies for creating photorealistic images in computer graphics. It describes the history of the method's development, its fundamental principles, advantages and disadvantages, as well as modern implementation approaches including hardware acceleration. Particular attention is given to the comparison of ray tracing with traditional rendering methods, global illumination techniques and possibilities for real-time application. The paper analyzes the factors driving the development of the technology, its evolution from offline rendering to interactive applications, as well as prospects for further use. Special emphasis is placed on the role of ray tracing in achieving a high level of realism and its impact on the modern computer graphics industry. The article is intended for students of technical and IT specialties, specialists in computer graphics, game developers and visualization professionals, as well as for anyone interested in modern rendering technologies.

Keywords: ray tracing, computer graphics, photorealism, rendering, global illumination, path tracing, hardware acceleration, ray reconstruction.

Трассировка лучей – это метод рендеринга в компьютерной графике, при котором для каждого пикселя экрана из точки камеры генерируется луч. Луч отслеживает путь света в сцене, учитывая отражения, преломления, тени и рассеивание. Метод позволяет получать изображения высокого уровня фотореализма, близкие к реальным фотографиям [1].

В рассматриваемом контексте речь идёт о развитии трассировки лучей от классического алгоритма до современных реализаций с аппаратным ускорением. Первые идеи метода появились в 1968 году в работе Артура Аппела. Значительный прорыв произошёл в 1979 году, когда Тёрнер Уиттед добавил поддержку отражений и преломлений. В 1980–1990-е годы технология активно использовалась в киноиндустрии студиями Pixar и Disney. На сегодняшний день технология трассировки лучей получила широкое распространение не только в профессиональной среде, но и среди обычных пользователей, обладающих компьютерами среднего уровня. С 2018 года, после появ-

ления видеокарт NVIDIA RTX, трассировка лучей перешла в реальное время и стала применяться в компьютерных играх [2].

Принцип работы:

Основным этапом трассировки лучей является генерация первичного луча для каждого пикселя экрана. Луч проверяется на пересечение со всеми объектами сцены. Выбирается ближайшая точка пересечения. В этой точке рассчитывается освещённость путём запуска теневых лучей к источникам света. Для зеркальных и прозрачных поверхностей генерируются вторичные лучи – отражённые и преломлённые по закону Снелла. Процесс повторяется рекурсивно до заданной глубины.

Современные варианты включают трассировку пути (path tracing), которая использует метод Монте-Карло для точного расчёта глобального освещения. Реконструкция лучей (ray reconstruction) с помощью искусственного интеллекта позволяет значительно снижать шум при малом количестве семплов. Направление первичного луча можно записать формулой:

$$\mathrm{d} = \mathrm{normalize}\,(\frac{2x}{w} - 1, \frac{2y}{h} - 1, f),$$

где h, w – ширина и высота изображения, f – фокусное расстояние

Преимущества и недостатки:

К достоинствам метода относится высокий фотореализм, правильное моделирование отражений, преломлений и мягких теней. Вычислительная сложность метода слабо зависит от количества полигонов в сцене. Метод трассировки лучей позволяет рендерить гладкие объекты без аппроксимации их полигональными поверхностями.

Главным недостатком является очень высокая вычислительная нагрузка. Один кадр в высоком разрешении может требовать миллионов операций на каждый пиксель. При малом количестве семплов появляется шум. Для решения этих проблем применяют аппаратное ускорение на специализированных ядрах RT, гибридный подход и алгоритмы оптимизации. Программное ускорение позволяет добиться улучшения производительности с небольшой потерей качества восприятия [3].

Современные возможности Современные реализации трассировки лучей включают гибридный рендеринг. Растеризация используется для базовой геометрии, а трассировка лучей - только для сложных эффектов освещения. Трассировка пути позволяет моделировать непрямое освещение, цветовые отражения и каустику. Реконструкция лучей на базе ИИ значительно повышает качество изображения в реальном времени. Эти технологии широко применяются в играх и киноиндустрии [4].

Одними из самых ярких представителей демонстрации трассировки лучей является игра Cyberpunk 2077, в ней технология представлена как революция в графике игр, где важную роль играют неоновые огни, отражения в лужах, блики солнечных лучей и ярких фонарей. Так же технология использовалась в таких произведениях кино как История игрушек 1998 года, где на отражения и освещение в сценах было потрачено более половина бюджета мультфильма.

Трассировка лучей активно используется в создании анимационных фильмов, современных компьютерных играх, архитектурной и автомобильной визуализации. Метод позволяет достигать высокого уровня реализма при моделировании сложных оптических эффектов, таких как отражения в воде, стекле и металлах. В научных расчётах трассировка лучей применяется для моделирования распространения света в оптических системах.

Длительная работа за компьютером при разработке графики может способствовать проблемам с позвоночником. Лечебная физкультура является одним из наиболее эффективных реабилитационных мероприятий при остеохондрозе поясничного отдела позвоночника. Регулярные занятия под контролем специалиста помогают укрепить мышечный корсет и предотвратить осложнения [6].

Трассировка лучей является одной из самых мощных технологий создания фотореалистичных изображений в компьютерной графике. С развитием аппаратного ускорения и алгоритмов оптимизации метод продолжает активно развиваться. Ком-

плексный подход, включающий трассировку пути и реконструкцию лучей, позволяет значительно повысить качество визуализации и сделать её доступной в реальном времени. Важно сочетать работу с регулярными занятиями физической культурой для сохранения здоровья.

Литература

1. Ульянов А.Ю. Метод трассировки лучей как основная технология фотореалистичного рендеринга / А.Ю. Ульянов, Л.А. Котюжанский, Н.Г. Рыжкова // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 11-6. – С. 1124–1128.
2. Гугучкин А.В. Перспективы программного ускорения методик трассировки лучей в сфере визуализации 3D-графики / А.В. Гугучкин, А.Д. Харин // Форум молодых ученых. – 2023. – № 82.
3. Ершов Т.А. Обзор технологии аппаратной трассировки лучей. eLibrary.ru. – 2021.
4. Рутковская В.М. Основные алгоритмы рендеринга: метод трассировки лучей на примере 3D-игр / В.М. Рутковская, А.В. Острейко; Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – 2025.
5. Современное состояние методов расчёта глобальной освещённости в задачах реалистичной компьютерной графики / В.А. Фролов [и др.] // Труды ИСП РАН. – 2021. – Т. 33. – Вып. 2. – С. 7–48.
6. Питкин В.А. Оздоровительная физическая культура при остеохондрозе поясничного отдела позвоночника / В.А. Питкин, А.Р. Шульга // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 2. – С. 403–406.

References

1. Ulyanov A.Yu. Ray tracing as the main technology of photorealistic rendering / A.Yu. Ulyanov, L.A. Kotyuzhansky, N.G. Ryzhkova // Fundamental Research. – 2015. – № 11-6. – P. 1124–1128.
2. Guguchkin A.V. Prospects for software acceleration of ray tracing techniques in 3D graphics visualization / A.V. Guguchkin, A.D. Kharin // Forum of Young Scientists. – 2023. – № 82.
3. Ershov T.A. Review of hardware ray tracing technology. eLibrary.ru. – 2021.
4. Rutkovskaya V.M. Main rendering algorithms: ray tracing method in 3D games / V.M. Rutkovskaya, A.V. Ostreiko; Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics. – 2025.
5. Current state of global illumination calculation methods in realistic computer graphics / V.A. Frolov [et al.] // Proceedings of ISP RAS. – 2021. – Vol. 33. – Iss. 2. – P. 7–48.
6. Pitkin V.A. Health-improving physical culture in case of lumbar spine osteochondrosis / V.A. Pitkin, A.R. Shulga // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 2. – P. 403–406.

УДК 624.042.7

СЕЙСМИЧЕСКОЕ УСИЛЕНИЕ ЗДАНИЙ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ

♦♦♦♦♦

SEISMIC STRENGTHENING OF BUILDINGS: MODERN APPROACHES AND TECHNOLOGIES

Постных Полина Михайловна
студентка 2 курса,
Кубанский государственный технологический университет
postnhpolina@gmail.com

Энкина Виктория Эдуардовна
студентка 2 курса,
Кубанский государственный технологический университет
vikaenkina@icloud.com

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

Аннотация. В статье рассмотрены современные подходы и технологии сейсмического усиления зданий. Проведён обзор традиционных и инновационных методов повышения устойчивости конструкций к воздействию землетрясений, включая базовую изоляцию, демпфирующие системы, армирование композитными материалами и использование метаструктур. Систематизированы ключевые принципы выбора технологии в зависимости от конструктивных особенностей здания и сейсмической опасности региона. Приведены сравнительная таблица эффективности различных решений и статистические данные, отражающие их практическую результативность. Работа основана на анализе нормативной документации, зарубежного и отечественного опыта, а также конкретных инженерных кейсов. Сделаны выводы о необходимости интеграции прогрессивных методов усиления в проектную и эксплуатационную практику для снижения риска разрушений и минимизации экономических потерь в условиях сейсмической опасности.

Ключевые слова: сейсмическое усиление зданий; базовая изоляция; демпферы; метаструктуры; строительные конструкции; землетрясение; вибрационные нагрузки; сейсмостойкость; инженерная защита.

Postnykh Polina Mikhailovna
2nd year Student,
Kuban State Technological University
postnhpolina@gmail.com

Enkina Victoria Eduardovna
2nd year Student,
Kuban State Technological University
vikaenkina@icloud.com

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

Annotation. The article considers modern approaches and technologies of seismic strengthening of buildings. A review of traditional and innovative methods of increasing the resistance of structures to earthquakes is given, including basic insulation, damping systems, reinforcement with composite materials and the use of metastructures. The key principles of technology selection depending on the design features of the building and the seismic hazard of the region are systematized. A comparative table of the effectiveness of various solutions and statistical data reflecting their practical effectiveness are provided. The work is based on the analysis of regulatory documentation, foreign and domestic experience, as well as specific engineering cases. Conclusions are made on the need to integrate progressive strengthening methods into design and operational practice to reduce the risk of destruction and minimize economic losses in seismic hazard conditions.

Keywords: seismic strengthening of buildings; basic insulation; dampers; metastructures; building structures; earthquake; vibration loads; seismic resistance; engineering protection.

Сейсмическая активность является одной из наиболее разрушительных природных угроз, оказывающих значительное воздействие на техногенную инфраструктуру и жизнедеятельность человека. Землетрясения способны приводить к серьёзным разрушениям зданий и сооружений, человеческим жертвам и значительным экономическим потерям, особенно в сейсмоопасных регионах. В условиях глобального изменения климата, роста численности населения и расширения городской застройки возрастает необходимость разработки и внедрения эффективных мер, направленных на обеспечение сейсмостойкости объектов капитального строительства.

Многие здания, особенно построенные до 1980-х годов, не соответствуют современным требованиям по сейсмической безопасности [1]. Эти сооружения были спроектированы с учётом устаревших норм и без использования современных техно-

логий, что делает их уязвимыми перед сейсмическими нагрузками. В этой связи возрастает потребность в применении методов сейсмического усиления — инженерно-технических мероприятий, позволяющих улучшить поведение конструкций зданий при воздействии землетрясений.

Современные подходы к сейсмическому усилению зданий охватывают широкий спектр решений: от усиления несущих конструкций традиционными способами до внедрения инновационных материалов и технологий, таких как углепластиковое армирование, демпфирующие устройства, базальтовые сетки, системы внешнего предварительного напряжения. Данная статья направлена на систематизацию и анализ этих решений, а также на определение наиболее эффективных технологий сейсмического усиления, применимых в различных типах зданий и сооружений [2].

В рамках подготовки данной работы были использованы комплексные методы научного анализа, включающие как теоретические, так и прикладные подходы. Основу теоретической части исследования составили методы сравнительного анализа, позволяющие оценить эффективность различных технологий сейсмического усиления зданий на основе отечественного и зарубежного опыта [3]. Изучались нормативные документы, такие как СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах», а также международные стандарты (например, Eurocode 8 и FEMA 356), регламентирующие проектирование и усиление зданий в сейсмоопасных регионах [4].

Для получения объективной картины использовались следующие методы:

– Анализ научной литературы: рассмотрены работы отечественных и зарубежных авторов, включая исследования, опубликованные в профильных журналах по строительной механике, архитектуре и инженерии.

– Контент-анализ проектной документации: изучены примеры реальных проектов по усилению зданий, выполненных в регионах с высокой сейсмической активностью [5].

– Обобщение экспериментальных данных: рассмотрены лабораторные и натурные испытания конструктивных элементов с применением современных технологий усиления.

– Кейс-анализ: проанализированы примеры внедрения конкретных технологий (например, FRP-композитов, демпферов, базальтовых матов) на объектах разного назначения (жилые, общественные, промышленные здания).

Интеграция этих методов позволила обеспечить всестороннюю оценку эффективности подходов и разработать обоснованные выводы по выбору оптимальных решений для сейсмического усиления.

Целью настоящего исследования является систематизация современных подходов и технологий сейсмического усиления зданий, а также определение их эффективности и применимости в различных конструктивных и эксплуатационных условиях. В фокусе анализа находятся как традиционные методы усиления, применяемые в рамках нормативных требований, так и инновационные решения, основанные на применении новых материалов и инженерных систем.

Результаты исследования призваны способствовать более осознанному и эффективному выбору методов сейсмического усиления в практике проектирования, реконструкции и эксплуатации зданий.

1. Базовая изоляция. Базовая изоляция представляет собой технологию, при которой здание отделяется от фундамента с помощью специальных изоляторов, таких как резиновые или фрикционные подушки.

2. Демпфирующие системы. Демпферы, или амортизаторы, устанавливаются в конструкциях зданий для поглощения и рассеивания энергии землетрясения.

3. Усиление с использованием композитных материалов. Применение полимерных композитов, армированных углеродными или стеклянными волокнами, позволяет эффективно усиливать элементы конструкций без значительного увеличения их массы.

4. Стальные диафрагмы и поперечные связи. Установка стальных диагональных связей или диафрагм жесткости повышает устойчивость зданий к горизонтальным сейсмическим нагрузкам.

5. Использование метаматериалов и метаструктур. Современные исследования показывают перспективность применения метаматериалов, таких как метабарьеры и метафундаменты, для снижения воздействия сейсмических волн на здания.

Таблица 1 – Сравнительная таблица технологий сейсмического усиления зданий

Технология	Преимущества	Недостатки	Область применения
Базовая изоляция	Значительное снижение колебаний; долговечность	Высокая стоимость; сложно применить в старых зданиях.	Адм. здания, больницы, новые здания
Демпфирующие системы	Эффективны при любом уровне сейсмической активности	Требуют точного расчёта; высокая цена.	Все типы зданий
FRP-композиты	Лёгкие, прочные, коррозионностойкие	Дорогостоящие материалы, сложный монтаж.	Реконструкция, исторические здания
Стальные связи и диафрагмы	Простота установки, надёжность	Увеличение массы и жёсткости конструкции	Каркасные здания
Метаструктуры и метаматериалы	Перспективно, новые разработки	Ограниченная применимость, высокая стоимость	Экспериментальные и новые объекты

***Примечания**: ** – Оценки эффективности варьируются в зависимости от параметров здания и интенсивности сейсмического воздействия.

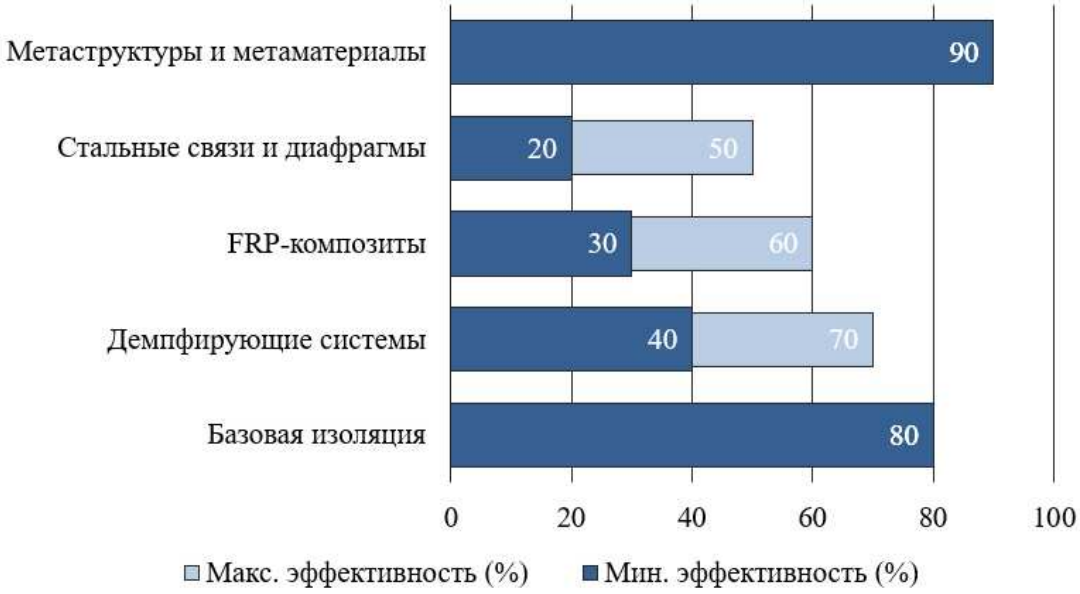


Рисунок 1 – Сравнение эффективности технологий сейсмического усиления зданий

Сейсмическое усиление зданий представляет собой одну из ключевых задач в области обеспечения безопасности городской среды и устойчивого развития территорий, подверженных сейсмическим рискам. Проведённый анализ показал, что современная инженерная наука располагает широким спектром решений – от классических конструктивных мер до высокотехнологичных систем демпфирования и базовой изоляции.

Наиболее перспективными направлениями на сегодняшний день являются использование композитных материалов, демпфирующих устройств и базовой изоляции, которые доказали свою эффективность на практике и в ходе многочисленных экспериментов. Особый интерес представляют метаструктуры, хотя их массовое внедрение пока сдерживается сложностью производства и высокой стоимостью.

На основе проведённого исследования можно рекомендовать широкое внедрение современных технологий сейсмического усиления в проектной и строительной практике, особенно при реконструкции зданий, построенных до введения актуальных норм. Эффективное сочетание различных методов, адаптированных под конкретные условия, позволяет значительно повысить сейсмостойкость зданий и обеспечить защиту человеческих жизней.

Литература

1. Seismic retrofitting of buildings using Building Information Modeling / L.S. Dereje [et al.] // Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings. – 2021. – Vol. 17. – № 2. – P. 188–198.
2. Акульшина П.А. Эффективность различных методов укрепления зданий в сейсмически опасных зонах // Информационные системы и технологии АПК и ПГС: Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 10 октября 2024 года. – Курск : ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 136–139.
3. Ельникова Е.А. Инновации в строительстве в сейсмоопасных районах: повышение безопасности и устойчивости / Е.А. Ельникова, А.М. Кончин // Вестник Северо-Восточного государственного университета. – 2024. – № 42. – С. 48–51.
4. Российские и зарубежные нормы сейсмического проектирования зданий и сооружений / А.М. Шаторная [и др.] // AlfaBuild. – 2018. – № 4(6). – С. 92–114.
5. Самсонова А.И. О необходимости повышения сейсмоустойчивости зданий / А.И. Самсонова, Р.Р. Аллямов, Ю.В. Бельцев // Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). – 2024. – № 1. – С. 412–413.

References

1. Seismic retrofitting of buildings using Building Information Modeling / L.S. Dereje [et al.] // Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings. – 2021. – Vol. 17. – № 2. – P. 188–198.
2. Akulshina P.A. Efficiency of various methods of strengthening buildings in seismically hazardous areas // Information systems and technologies of the agro-industrial complex and civil engineering: Collection of scientific articles of the 2nd International scientific and technical conference, Kursk, October 10, 2024. – Kursk : ZAO «Universitetskaya kniga», 2024. – P. 136–139.
3. Elnikova E.A. Innovations in construction in earthquake-prone areas: improving safety and sustainability / E.A. Elnikova, A.M. Konchin // Bulletin of the North-Eastern State University. – 2024. – № 42. – P. 48–51.
4. Russian and Foreign Standards for Seismic Design of Buildings and Structures / A.M. Shatornaya [et al.] // AlfaBuild. – 2018. – № 4(6). – P. 92–114.
5. Samsonova A.I. On the Need to Improve the Seismic Resistance of Buildings / A.I. Samsonova, R.R. Allyamov, Yu.V. Beltsev // Young Scientists – for the Development of the National Technological Initiative (POISK). – 2024. – № 1. – P. 412–413.

УДК 504.05

ОСОБЕННОСТИ УСИЛЕНИЯ КОЛОНН КОМПОЗИТНЫМ МАТЕРИАЛОМ. ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

♦♦♦♦♦

FEATURES OF STRENGTHENING COLUMNS WITH COMPOSITE MATERIAL. ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

Прокопцова Наталия Сергеевна
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
natali240703@mail.ru

Финагенова Надежда Витальевна
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
finagenovanadya@gmail.com

Финагенов Алексей Витальевич
студент,
Кубанский государственный технологический университет
finagenov711@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены современные методы повышения несущей способности железобетонных и металлических колонн с использованием композитных материалов (угле-, стекло- и базальтопластиков). Проанализированы физико-механические принципы работы внешнего армирования, описаны технологические схемы усиления (спиральная обмотка, устройство «рубашек» и продольных ламелей). Выявлены ключевые преимущества: коррозионная стойкость, высокая удельная прочность, сохранение геометрии сечения. Отдельно рассмотрены ограничения технологии – чувствительность к УФ-излучению, высокая стоимость полимерных связующих, проблемы пожаробезопасности и слабая база нормативной документации.

Ключевые слова: усиление колонн, композитные материалы, углеволокно, внешнее армирование, несущая способность, обойма, анкеровка.

Prokoptsova Natalia Sergeevna
Student,
Kuban State University of Technology
natali240703@mail.ru

Finagenova Nadezhda Vitalyevna
Student,
Kuban State University of Technology
finagenovanadya@gmail.com

Finagenov Aleksey Vitalyevich
Student,
Kuban State University of Technology
finagenov711@mail.ru

Annotation. The article discusses modern methods for increasing the load-bearing capacity of reinforced concrete and steel columns using composite materials (carbon fiber, glass fiber, and basalt fiber reinforced polymers). The physical and mechanical principles of external reinforcement are analyzed, and technological schemes for strengthening (spiral wrapping, installation of «jackets», and longitudinal laminates) are described. Key advantages are identified: corrosion resistance, high specific strength, and preservation of the cross-sectional geometry. The limitations of the technology are also considered separately – sensitivity to UV radiation, high cost of polymer binders, fire safety issues, and the weak base of regulatory documentation.

Keywords: strengthening of columns, composite materials, carbon fiber, external reinforcement, load-bearing capacity, jacketing, anchoring.

Цель исследования заключается в систематизации инженерных и технологических особенностей применения композитных материалов для усиления колонн, а также объективная оценка их достоинств и недостатков по сравнению с традиционными методами (металлическими обоймами, бетонным торкретированием).

Для достижения этих целей были сформулированы следующие задачи:

1. Классифицировать типы композитных систем, используемых для усиления колонн.
2. Описать механизм передачи нагрузки в системе «колонна – композитная обойма».
3. Перечислить основные технологические этапы усиления.
4. Сформулировать преимущества и ограничения метода.
5. Сопоставить эффективность композитного усиления с классическими решениями.

Принцип работы композитного материала при усилении колонн

Напряженно-деформированное состояние бетонной колонны до усиления

При осевом сжатии короткой железобетонной колонны в ней реализуется одноосное напряженное состояние. Бетон работает преимущественно на сжатие, а про-

дольная арматура – на сжатие (до потери устойчивости) или растяжение (при эксцентриситетах). Поперечная арматура (хомуты) выполняет три функции: удержание продольных стержней от выпучивания, срезовое армирование и создание незначительного бокового обжатия.

По мере роста нагрузки в бетоне развиваются микротрещины на границе «цементный камень – заполнитель». При достижении 70–80 % от призменной прочности (Rb) эти трещины начинают объединяться, формируя вертикальные макротрещины. Бетон переходит в стадию дилатансии – увеличения объема при сжатии за счет раскрытия трещин. Коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона) возрастает от 0,18–0,22 в упругой стадии до 0,5 и более в предразрушающей. Именно этот эффект поперечного расширения является ключевым для понимания работы композитной обоймы.

В не усиленной колонне процесс завершается либо разрушением бетона от скалывания (при хорошем хомуте), либо выпучиванием продольной арматуры и выкрашиванием защитного слоя (при редких хомутах). Несущая способность в обоих случаях лимитируется прочностью бетона на одноосное сжатие.

Переход к трехосному сжатию: эффект обоймы.

Когда на боковую поверхность колонны наклеена (или намотана) композитная обойма, физическая картина меняется радикально. Композитный материал обладает двумя критическими свойствами:

1. Высоким модулем упругости, что позволяет ему оказывать существенное сопротивление даже при малых деформациях.

2. Упругим поведением вплоть до разрушения (отсутствие площадки текучести).

В процессе нагружения колонна начинает расширяться поперек. Композитная оболочка, охватывающая колонну по периметру, работает как гибкая связь, препятствующая этому расширению. В материале обоймы возникают кольцевые растягивающие напряжения. По третьему закону Ньютона обойма действует на бетон с равной по величине, но противоположно направленной силой – создает равномерное боковое давление. В результате бетон оказывается в условиях трехосного сжатия. Для большинства бетонов переход к трехосному сжатию приводит к следующим эффектам:

1. Рост прочности – максимальное напряжение может превышать призменную прочность в 2–4 раза. Классическая формула Ричарта, многократно подтвержденная для бетонов, усиленных композитами.

2. Изменение характера разрушения – хрупкое раскалывание (вертикальные трещины) заменяется пластическим «течением» бетона с постепенным накоплением повреждений.

3. Подавление распространения трещин – боковое давление закрывает микротрещины, восстанавливая сдвиговое сцепление между заполнителем и цементным камнем. Зона разрушения локализуется, и колонна сохраняет несущую способность даже после образования системы трещин.

4. Принцип работы композитной обоймы сильно зависит от геометрии колонны:

5. Круглые колонны – оптимальный случай. Боковое давление распределяется равномерно по всей окружности. Композитная обмотка работает как идеальная мембрана (кольцевые напряжения). Прирост прочности максимален.

6. Квадратные и прямоугольные колонны – неэффективны без доработки. На плоских гранях композит испытывает изгиб (не только растяжение), а в углах возникают концентрации напряжений. Скругление углов позволяет перераспределить усилия и приблизить напряженное состояние к осесимметричному.

В реальных зданиях колонны редко нагружены строго центрально. При наличии изгибающего момента (М) композитная обойма работает неравномерно: на сжатой грани она испытывает сжатие (малоэффективно), на растянутой – растяжение. В таких случаях применяют гибридные схемы усиления:

1. Продольные ламели из углеволокна (наклеенные по образующим) для повышения изгибной жесткости и восприятия растягивающих напряжений.

2. Поперечная обмотка (как описано выше) – для предотвращения продольного изгиба арматуры.

Внецентренно сжатая колонна, усиленная комбинацией продольных и поперечных композитных элементов, работает по принципу «косвенного армирования». Про-

дольные ламели воспринимают часть изгибающего момента, снижая нагрузку на стальную арматуру. Поперечная обойма, даже будучи нагруженной неравномерно, все равно создает среднее боковое давление, повышающее несущую способность бетона сжатой зоны.

Для стальных колонн (двутавров, труб) принцип работы иной. Композитная обмотка не создает трехосного сжатия, поскольку сталь имеет высокий модуль упругости и предел текучести. Основные функции композита:

а) предотвращение местной потери устойчивости (смятия стенок и полок). Обойма связывает элементы сечения, увеличивая критическое напряжение потери устойчивости.

б) снижение расчетной гибкости за счет увеличения радиуса инерции (особенно при сплошной обклейке по периметру).

в) увеличение усталостной прочности — композит перехватывает часть циклических напряжений, снижая амплитуду в металле.

Для стальных трубчатых колонн, заполненных бетоном, внешняя композитная обойма работает аналогично бетонной — создает боковое давление на бетонное ядро, но при этом сама стальная труба тоже находится в двухосном напряженном состоянии.

Типы композитных систем

На практике используются три основных типа волокон:

Углеродное – повышенная несущая способность, сейсмоусиление

Стеклянное – некритичные здания, химически агрессивная среда

Базальтовое – экономичный аналог, диэлектрик.

Связующее – двухкомпонентные эпоксидные или полиуретановые клеи с температурой стеклования не ниже +65 °C.

Технология усиления

1. Подготовка поверхности: удаление отслоившегося бетона, фрезерование или пескоструйная обработка до открытия пор (адгезия > 1,5 МПа). Для металла – обезжиривание и абразивная зачистка до степени Sa 2.5.

2. Грунтование: нанесение эпоксидного праймера для закрытия пор и связывания пыли.

3. Выравнивание: шпаклевка полимерным составом (при перепадах > 2 мм на 1 м).

4. Наклейка композита:

– «Мокрый» метод: пропитка ткани смолой на колонне (валиком);

– Prepreg (заводская пропитка) – под вакуумом или термоусадкой.

5. Полимеризация: при t=20–25°C не менее 24 часов (ускорение – термоматами до 60 °C).

6. Защита: УФ-стойкий лак или огнезащитное покрытие (вермикулит, интумесцентные краски).

Достоинства композитного усиления

1. Высокая удельная прочность: при толщине обоймы 2–5 мм прирост несущей способности достигает 100–200 % (для железобетонных колонн марок В15–В25).

2. Минимальное увеличение сечения и массы: 1 кг композита заменяет 30–50 кг металлической обоймы; геометрия помещения не меняется.

3. Коррозионная и химическая стойкость: не требуется антикоррозионная защита; материал инертен к солевым растворам, слабым кислотам.

4. Усталостная прочность: CFRP выдерживает 10^7 циклов нагружений без деградации свойств.

5. Скорость монтажа: усиление колонны занимает 1–2 смены против 5–7 дней при бетонировании рубашки.

6. Отсутствие «мокрых» процессов: не требуется бетонных работ, что важно для музеев, архивов, действующих производств.

Недостатки и ограничения

1. Низкая огнестойкость. Эпоксидная матрица размягчается при T > Tg (60–80 °C), при 300–400 °C выгорает. Углеродный пластик теряет 90 % прочности через 30 минут стандартного пожара. Огнезащитные покрытия (толщина 10–20 мм); базальтовые маты; конструктивная защита (гипсокартон).

2. Хрупкое разрушение. Отсутствует стадия текучести (как у стали). Композит работает упруго до момента отслаивания. Расчет по предельным состояниям с повышенным коэффициентом запаса.

3. УФ-деградация. Полимер желтеет, мелеет, возникают микротрещины. Покрытие акриловыми или полиуретановыми лаками с УФ-фильтром.

4. Низкая адгезия при отрицательных температурах Полимеризация останавливается при $t < 5$ °C.

Таким образом:

1. Композитные материалы являются эффективной альтернативой классическому усилению колонн, особенно в условиях стесненного пространства, агрессивных сред и необходимости сохранения архитектурного облика.

2. Ключевое преимущество – создание трехосного сжатия в бетоне, позволяющее увеличить несущую способность в 2–3 раза при минимальном (2–10 мм) увеличении поперечного сечения.

3. Основные недостатки (горючесть, УФ-деградация, высокая стоимость связующего) носят устранимый характер: они компенсируются применением защитных покрытий и гибридных схем армирования.

4. Область рационального применения – усиление круглых и прямоугольных колонн с отношением сторон не более 1,5; здания с повышенными требованиями к коррозионной стойкости; объекты культурного наследия (минимальная вмешательство); сейсмоопасные районы (высокая диссипация энергии за счет трения волокон).

5. Сдерживающий фактор – отсутствие детальных национальных норм для расчета длительного сопротивления и ползучести композитов. До принятия СП 2026 года проектировщикам рекомендуется использовать зарубежные руководства с понижающими коэффициентами надежности.

Литература

1. СП 164.1325800.2014. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования. – М. : Минстрой, 2015. – 48 с.
2. Рекомендации по усилению строительных конструкций композитными материалами «ХайТекс». – М. : НИЦ «Строительство», 2018. – 94 с.
3. Дворная З.Л. Достоинства и недостатки различных методов усиления железобетонных колонн / З.Л. Дворная, А.Н. Леонова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2019. – № 2. – С. 287–289.
4. Фролов Н.В. Экспериментальные исследования железобетонных колонн, усиленных углеволокном / Н.В. Фролов, А.А. Шаповалов // Строительная механика и расчет сооружений. – 2020. – № 6(293). – С. 42–49.
5. ГОСТ Р 56786-2015. Системы внешнего армирования полимерными композитами. Методы определения прочности сцепления с бетоном. – М. : Стандартинформ, 2016.
6. Булычев С.Н. Усиление зданий и сооружений. – Т. 2. Композитные материалы / С.Н. Булычев, А.И. Звездов. – М. : Издательство АСВ, 2019. – 312 с.
7. Савин Н.С. Особенности применения лент из углеродных волокон для увеличения несущей способности конструкций / Н.С. Савин, А.Н. Леонова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 2. – С. 158–161.

References

1. SP 164.1325800.2014. Strengthening of Reinforced Concrete Structures with Composite Materials. Design Rules. – M. : Ministry of Construction, 2015. – 48 p.
2. Recommendations for Strengthening Building Structures with Hi-Tex Composite Materials. – M. : Research Center for Construction, 2018. – 94 p.
3. Dvornaya Z.L. Advantages and Disadvantages of Various Methods of Strengthening Reinforced Concrete Columns / Z.L. Dvornaya, A.N. Leonova // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2019. – № 2. – P. 287–289.
4. Frolov N.V. Experimental Studies of Carbon Fiber-Reinforced Reinforced Concrete Columns / N.V. Frolov, A.A. Shapovalov // Structural Mechanics and Calculation of Structures. – 2020. – № 6(293). – P. 42–49.
5. GOST R 56786-2015. External Reinforcement Systems with Polymer Composites. Methods for Determining the Adhesion Strength to Concrete. – M. : Standartinform, 2016.
6. Bulychev S.N. Strengthening of Buildings and Structures. – Vol. 2. Composite Materials / S.N. Bulychev, A.I. Zvezdov. – M. : ASV Publishing House, 2019. – 312 p.
7. Savin N.S. Features of the Application of Carbon Fiber Tapes to Increase the Load-Bearing Capacity of Structures / N.S. Savin, A.N. Leonova // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2025. – № 2. – P. 158–161.

УДК 656.073

ОСОБЕННОСТИ ГРУЗОВЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В КРУПНЫХ И КРУПНЕЙШИХ ГОРОДАХ

♦♦♦♦♦

FEATURES OF FREIGHT LOGISTICS SYSTEMS IN LARGE AND MAJOR CITIES

Семенов В.А.
Кубанский государственный технологический университет

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

Коновалова Т.В.
Кубанский государственный технологический университет

Тыргалов К.В.
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В данной статье авторами рассматриваются особенности грузовых логистических систем в крупных и крупнейших городах России на примере города Краснодар.

Ключевые слова: транспорт, логистика, бизнес, город, эффективность, перевозки, транспортный процесс.

Semenov V.A.
Kuban State Technological University

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

Konovalova T.V.
Kuban State Technological University

Tyrgalov K.V.
Kuban State Technological University

Annotation. In this article, the authors examine the features of freight logistics systems in large and major Russian cities, using Krasnodar as an example.

Keywords: transport, logistics, business, city, efficiency, transportation, transport process.

Крупные и крупнейшие города Российской Федерации, такие как Краснодар, обладают развитой, но в то же время недостаточно адаптированной транспортно- логистической инфраструктурой, что особенно заметно в последние годы. Основным элементом этой инфраструктуры являются автомобильные дороги общего пользования, которые в часы пик испытывают значительные нагрузки, что приводит к заторам и увеличению времени в пути. Логистические компании, работающие в таких условиях, сталкиваются с множеством проблем при доставке товаров в исторические центры и плотно застроенные районы. [1] Узкие улицы и ограниченный доступ для крупногабаритного транспорта создают дополнительные трудности, что негативно сказывается на эффективности логистических процессов. Ситуация усугубляется недостатком специализированных зон разгрузки и парковки для коммерческого транспорта, что приводит к увеличению времени доставки и, соответственно, к росту затрат. В Краснодаре, эти проблемы становятся особенно актуальными. Город сталкивается с комплексом логистических вызовов, которые обусловлены высоким демографическим ростом и сезонной миграцией населения [2].

Согласно данным исследований, население Краснодара увеличивается на 1,5–2 % ежегодно, что в свою очередь приводит к росту спроса на товары и услуги. В летний период, когда в город приезжают туристы, нагрузка на логистические системы возрастает на 25–30 %. Это создает пиковые нагрузки на транспортную сеть, особенно в центральных районах и пригородных зонах отдыха, где сосредоточено большое количество туристических объектов.

Недостаточная пропускная способность дорог, а также отсутствие выделенных маршрутов для грузового транспорта в часы пик становятся ключевыми ограничивающими факторами, которые препятствуют эффективной работе логистических компаний и ухудшают качество обслуживания населения. Таким образом, для решения этих проблем необходимо комплексное развитие транспортно-логистической инфраструктуры, включая создание специализированных зон для разгрузки и улучшение организации дорожного движения [3].

Идентификация ключевых узких мест и проблемных зон в логистических сетях Краснодара. Центральные районы Краснодара, как и многие другие исторически сложившиеся города, сталкиваются с местами, которые в значительной степени обуслов-

лены особенностями их исторической застройки. Мало полосные улицы, а также ограниченная пропускная способность основных магистралей создают значительные препятствия для эффективного и бесперебойного движения грузового транспорта. Это приводит к множеству негативных последствий, включая увеличение времени доставки и снижение надежности логистических операций. Исходя из этого можно вывести зависимость качества транспортных услуг и количество дорожно-транспортных происшествий от общего числа транспортных средств, находящихся в городе. Увеличение числа личных автомобилей, в сочетании с отставанием в градостроительном развитии улично- дорожной сети, приводит к закономерным последствиям: количество автомобилей превышает возможности транспортной инфраструктуры населенного пункта [5]. В результате данной ситуации значительно ухудшается скорость и надежность доставки товаров в центральной части города, что является критически важным для бизнеса и потребителей. Кроме того, в Краснодаре наблюдается выраженный дисбаланс в распределении складских мощностей, что создает дополнительные сложности для логистических операций. Основные складские комплексы сосредоточены в периферийных зонах, однако их количество и пропускная способность не соответствуют растущим потребностям города. Отсутствие достаточного количества современных логистических хабов на окраинах приводит к необходимости осуществления дальних перевозок, что, в свою очередь, увеличивает транспортную нагрузку на центральные магистрали. Эта проблема усугубляет общую загруженность дорожной сети и снижает эффективность грузоперевозок, что негативно сказывается на экономике города и уровне обслуживания населения. Оценка влияния градостроительных решений на эффективность доставки [6].

Смешанная структура планировки Краснодара включает в себя элементы прямоугольной и радиальной структуры, соответственно создает значительные сложности для движения грузового транспорта. Данная конфигурация способствует концентрации транспортных потоков на ограниченном числе магистралей, что приводит к их перегруженности и образованию пробок. В результате формируются протяженные и неэффективные маршруты доставки, что увеличивает как время, так и стоимость перевозок. Особенно проблемными являются участки, где радиальные направления пересекаются с кольцевыми дорогами, создавая дополнительные заторы и задержки.

Уплотнительная застройка жилых массивов также существенно осложняет организацию микрологистических операций в городе. Сокращение свободных пространств для разгрузки и маневрирования транспортных средств создает трудности при доставке товаров конечному потребителю. Как отмечается в исследованиях, «разрастание города означает, что городская транспортно-логистическая система становится более растянутой и, следовательно, более дорогой, испытывая на прочность бюджет» [8, с.80]. Эта ситуация требует разработки специальных подходов к планированию последней мили, что позволит оптимизировать логистические процессы и улучшить качество обслуживания клиентов. Необходимость в таких подходах становится все более актуальной в условиях растущих потребностей населения и бизнеса, что подчеркивает важность комплексного анализа и переосмысления существующих логистических схем в Краснодаре.

Литература

1. Тамов А.А. Оценка транспортной системы краснодарской агломерации / А.А. Тамов, К.Н. Бабичев, А.В. Родин // Журнал Вестник Адыгейского государственного университета. – 2020. – № 5. – 15 с.
2. Гребенкина С.А. Интеллектуальные транспортные системы в разрезе национальных интересов РФ: новые вызовы и угрозы / С.А. Гребенкина, И.А. Гребенкина // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. – 2022. – № 4. – С. 444–450.
3. Живица В.В. Проблемы транспортной инфраструктуры и рекомендации по её реконструкции в условиях современного города (на примере городов республики Крым) / В.В. Живица, Е.Н. Привалова // Строительство и техногенная безопасность. – 2021. – № 21. – С. 27–36.

4. Копейкин М.Л. Эффективность транспортно-логистических систем как фактор повышения конкурентоспособности стран / М.Л. Копейкин, Е.В. Королёва // Вестник алтайской академии экономики и права. – 2021. – № 4. – С. 75–79.
5. Сактаганова Г.С. Развитие и повышение эффективности транспортно-логистической инфраструктуры / Г.С. Сактаганова, Н.В. Ювица, В. Шарфф // The Journal of Economic Research & Business Administration. – 2018. – № 4. – С. 217–220.
6. Горячева И.А. Актуальные проблемы управления цепями поставок в условиях цифровой трансформации // Международная научно-практическая конференция. – Самара, 2020. – С. 32–36.

References

1. Tamov A.A. Assessment of the transport system of the Krasnodar agglomeration / A.A. Tamov, K.N. Babichev, A.V. Rodin // Journal of the Bulletin of Adyghe State University. – 2020. – № 5. – 15 p.
2. Grebenkina S.A. Intelligent transport systems in the context of national interests of the Russian Federation: new challenges and threats / S.A. Grebenkina, I.A. Grebenkina // Bulletin of the Kemerovo State University. Series: Political, sociological and economic sciences. – 2022. – № 4. – P. 444–450.
3. Zhivitsa V.V. Problems of transport infrastructure and recommendations for its reconstruction in a modern city (on the example of the cities of the Republic of Crimea) / V.V. Zhivitsa, E.N. Privalova // Construction and technogenic safety. – 2021. – № 21. – P. 27–36.
4. Kopeikin M.L. The Efficiency of Transport and Logistics Systems as a Factor in Improving the Competitiveness of Countries / M.L. Kopeikin, E.V. Koroleva // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. – 2021. – № 4. – P. 75–79.
5. Saktaganova G.S. Development and Improvement of the Efficiency of Transport and Logistics Infrastructure / G.S. Saktaganova, N.V. Yuvitsa, V. Scharff // The Journal of Economic Research & Business Administration. – 2018. – № 4. – P. 217–220.
6. Goryacheva I.A. Actual Problems of Supply Chain Management in the Context of Digital Transformation // International Scientific and Practical Conference. – Samara, 2020. – P. 32–36.

УДК 519.6

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА РАЗМЕРНОСТЕЙ ДЛЯ РАСЧЁТА СРЕДНЕЙ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ В СПИРАЛЬНОМ КАНАЛЕ УСТРОЙСТВА ОЧИСТКИ

♦♦♦♦♦

USING THE DIMENSIONAL ANALYSIS METHOD TO CALCULATE THE AVERAGE FLOW SPEED OF THE LIQUID IN THE SPIRAL CHANNEL OF THE CLEANING DEVICE

Терехов В.В.
кандидат технических наук,
доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Выскубов Е.В.
кандидат технических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Терехов В.В.
магистрант,
Кубанский государственный технологический университет
mitya.ivanov.2015@gmail.com

Terekhov V.V.
PhD in Technical Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Vyskubov E.V.
PhD in Technical Sciences,
Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Terekhov V.V.
Master's Student,
Kuban State Technological University
mitya.ivanov.2015@gmail.com

Аннотация. В научной статье авторы рассматривают использование метода анализа размерностей для расчёта средней скорости движения жидкости в спиральном канале устройства очистки. В ходе исследования проведён количественный анализа размерностей входных параметров системы, определены: безразмерные комплексы π_1, π_2 и π_3, а также физические выражения расчёта средней скорости движения жидкости в спиральном канале через коэффициенты подобия. Качественный анализ размерностей входных параметров системы показывает связь и пропорциональную зависимость средней скорости движения жидкости $\vartheta_{ср}$ с входными параметрами: расходом жидкости Q, общим сечением канала $S_{\text{общ}}$ устройства очистки, средним радиусом кривизны спирали R, плотности $\rho_{\text{ж}}$ и динамической вязкость жидкости μ.

Ключевые слова: анализ размерностей, спиральный канал, средняя скорость движения жидкости, независимые размерности, Пи-теорема, устройство очистки жидкости, числа подобия, критериев подобия.

Annotation. In the scientific article, the author considers the use of the dimensional analysis method to calculate the average velocity of the fluid in the spiral channel of the cleaning device. During the study, a quantitative analysis of the dimensions of the system's input parameters was conducted, and the following were determined: the dimensionless complexes π_1, π_2 and π_3, as well as the physical expressions for calculating the average velocity of the fluid in the spiral channel using the similarity coefficients. A qualitative analysis of the dimensions of the system's input parameters shows a connection and proportional dependence of the average fluid velocity $\vartheta_{ср}$ on the input parameters: fluid flow rate Q, total channel cross-section $S_{\text{общ}}$, average spiral radius of curvature R, fluid density $\rho_{\text{ж}}$, and fluid dynamic viscosity μ.

Keywords: dimensional analysis, spiral channel, average fluid velocity, independent dimensions, Pi theorem, fluid purification device, similarity numbers, similarity criteria.

Применение на практике анализа размерностей, позволяет определять числа подобия, не имея математического описания физического процесса, а лишь зная, от каких параметров он зависит [1]. Для определения средней скорости движения жидкости в спиральном канале устройства очистки жидкости на основе спирали Архимеда (УО) [2, 3], а также связи и пропорциональных зависимостей средней скорости движения жидкости от входных параметров воспользуемся методом анализа размерностей.

Рассмотрим методику проведения анализа размерностей [1]:

1. Составим полный список независимых переменных, существенно влияющих на исследуемый процесс. Определим количество параметров задачи исследования, n.

2. Выберем класс LMT основных независимых размерностей задачи, k.

3. Согласно Пи-теореме определим число искомых чисел подобия $p = n - k$.

4. Выбор способа определения чисел подобия и определение критериев подобия.

5. Оценить полученные критерии подобия с точки зрения физического смысла и практической пригодности.

6. Рассмотреть альтернативные формы критериев, задаваясь другими вариантами независимых степеней или преобразуя уже полученные критерии.

Проведем анализ размерностей.

Исходные данные для исследования: принимаем ламинарный режим течения жидкости в спиральном канале УО [2, 3]. Требуется определить среднюю скорость движения жидкости в канале УО. При этом не учитывается влияние длины спирали L и перепад давления УО $\Delta p = p_1 - p_2$.

Исследование разобьём на этапы.

1. Этап: постановка задачи и группировка параметров. Будем считать, что средняя скорость движения жидкости:

$$\vartheta_{ср} = \frac{Q}{S_{\text{общ}}}$$

является функцией расхода жидкости Q, общего сечения канала $S_{\text{общ}}$ УО, среднего радиуса кривизны спирали R, плотности жидкости $\rho_{\text{ж}}$, динамической вязкости жидкости μ ($\rho_{\text{ж}}$, μ = const):

$$\vartheta_{ср} = f\left(Q, S_{\text{общ}}, R\ , \rho_{\text{ж}}, \mu\ \right).$$

Группируем параметры задачи на входные и один выходной, затем записываем в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Параметры задачи по группам

№ п/п	Физические величины	Обозначение	Формула размерности	
1.	Входные параметры: Расход жидкости	Q	$м^3/с$	L^3T^{-1}
	Общее сечение канала	$S_{\text{общ}}$	$м^2$	L^2
	Средний радиус кривизны спирали	R	м	L
	Плотность жидкости	$\rho_{\text{ж}}$	$кг/м^3$	ML^{-3}
	Динамическая вязкость жидкости	μ	$кг/м \cdot с$	$ML^{-1}T^{-1}$
2.	Выходные параметры: Средняя скорость движения жидкости	$\vartheta_{ср}$	$м/с$	LT^{-1}
3.	Итого	6	3	

2 Этап: вывод динамических чисел подобия. В этой задаче n размерных параметров $n = 6$ и k независимые размерности $k = 3$. Поэтому число безразмерных параметров, характеризующих явление, по Пи-теореме $(n - k)$, $p = n - k = 6 - 3 = 3$.

По способу глобального критерия будем искать единый критерий подобия

$$\pi = F\left(\vartheta_{ср}, Q, S_{\text{общ}}, R,\ \rho_{\text{ж}}, \mu\right)$$

в виде степенного комплекса:

$$\pi = C \cdot \vartheta_{\text{ср}}^{z1} Q^{z2} S_{\text{общ}}^{z3} R^{z4} \rho_{\text{ж}}^{z5} \mu^{z6}. \quad (1)$$

Перепишем выражение (1) в размерностях:

$$[\pi] = [C][\vartheta]_{\text{ср}}^{z1}[Q]^{z2}[S]_{\text{общ}}^{z3}[R]^{z4}[\rho]_{\text{ж}}^{z5}[\mu]^{z6},$$

или

$$M^0L^0T^0 = 1 \cdot (LT^{-1})^{z1}(L^3T^{-1})^{z2}(L^2)^{z3}(L)^{z4}(ML^{-3})^{z5}(ML^{-1}T^{-1})^{z6},$$

$$M^0L^0T^0 = (L^{z1}T^{-z1})(L^{3z2}T^{-z2})(L^{2z3})(L^{z4})(M^{z5}L^{-3z5})(M^{z6}L^{-z6}T^{-z6}),$$

$$M^{z5+z6}L^{z1+3z2+2z3+z4-3z5-z6}T^{-z1-z2-z6} = M^0L^0T^0.$$

Уравнивая показатели степеней слева и справа, получаем:

$$\begin{gathered} z_5 + z_6 = 0, \\ z_1 + 3z_2 + 2z_3 + z_4 - 3z_5 - z_6 = 0, \\ -z_1 - z_2 - z_6 = 0. \end{gathered} \tag{2}$$

Решаем эту систему уравнений относительно z_6, z_4 и z_1:

$$\begin{gathered} z_6 = -z_5, \\ z_1 + z_4 - z_6 = -3z_2 - 2z_3 + 3z_5, \\ -z_1 = z_2 + z_6. \end{gathered}$$

Находим решение:

$$\begin{gathered} z_6 = -z_5, \\ z_1 = -z_2 - z_6, \\ z_4 = (-3z_2 - 2z_3 + 3z_5) - z_1 + z_6 = -3z_2 - 2z_3 + 3z_5 + z_2 + z_6 - z_5 = \\ = -2z_2 - 2z_3 + z_5. \end{gathered}$$

В окончательном виде:

$$z_1 = -z_2 - z_6,\ z_4 = -2z_2 - 2z_3 + z_5,\ z_6 = -z_5. \tag{3}$$

Подставляем найденные значения в выражение (1):

$$\pi = C \cdot \vartheta_{\text{ср}}^{z1}Q^{z2}S_{\text{общ}}^{z3}R^{z4}\rho_{\text{ж}}^{z5}\mu^{z6} = C \cdot \vartheta_{\text{ср.опт}}^{-z2+z5}Q^{z2}S_{\text{общ}}^{z3}R^{-2z2-2z3+z5}\rho_{\text{ж}}^{z5}\mu^{-z5} =$$

$$= C \cdot \left(\vartheta_{\text{ср}}^{-z2}\, Q^{z2}R^{-2z2}\right)\left(S_{\text{общ}}^{z3}R^{-2z3}\right)\left(\vartheta_{\text{ср.опт}}^{z5}\, R^{z5}\, \rho_{\text{ж}}^{z5}\mu^{-z5}\right).$$

В результате выражение (1) приводим к виду:

$$\pi = C \cdot \left(\frac{Q}{\vartheta_{\text{ср}}R^2}\right)^{z2}\left(\frac{S_{\text{общ}}}{R^2}\right)^{z3}\left(\frac{\vartheta_{\text{ср}}\, R\, \rho_{\text{ж}}}{\mu}\right)^{z5} = C \cdot (\pi_1)^{z2}(\pi_2)^{z3}(\pi_3)^{z5}.$$

Удостоверимся, что выражения, стоящие в скобках, являются безразмерными:

$$[\pi_1] = \left[\frac{Q}{\vartheta_{\text{ср}}R^2}\right] = \frac{L^3T^{-1}}{LT^{-1}L^2} = \frac{L^3T^{-1}}{L^3T^{-1}} = 1,$$

$$[\pi_2] = \left[\frac{S_{\text{общ}}}{R^2}\right] = \left[\frac{L^2}{L^2}\right] = 1,$$

$$[\pi_3] = \left[\frac{\vartheta_{\text{ср}}\, R\, \rho_{\text{ж}}}{\mu}\right] = \left[\frac{LT^{-1}LML^{-3}}{ML^{-1}T^{-1}}\right] = \left[\frac{ML^{-1}T^{-1}}{ML^{-1}T^{-1}}\right] = 1.$$

Безразмерные комплексы:

$$\pi_1 = \frac{Q}{\vartheta_{\text{ср}}R^2},\ \pi_2 = \frac{S_{\text{общ}}}{R^2},\ \pi_3 = \frac{\vartheta_{\text{ср}}\, R\, \rho_{\text{ж}}}{\mu}.$$

После отыскания критериев подобия можно любой параметр выразить через них. Например, через критерии подобия π_1 выразим среднюю скорость движения жидкости в основном канале УО:

$$\vartheta_{\text{ср}} = \frac{Q}{\pi_1 \cdot R^2}, \tag{4}$$

из выражения (4) следует, что средняя скорость жидкости в спиральном канале УО, при входных параметрах Q, R обратно пропорциональна квадрату радиуса кривизны спирали [4].

Для точного определения зависимости средней скорости движения жидкости от входных параметров $\vartheta_{ср} = f(Q, S_{общ}, R, \rho_{ж}, \mu)$ необходимо провести серию экспериментов на физической модели с заданными параметрами системы, $Q, S_{общ}, R, \rho_{ж}, \mu$. Зная конкретные значения входных параметров, определим критерии подобия π_1, π_2 и π_3, используем значения критериев подобия для масштабирования параметров устройства.

Таким образом, в ходе проведённого количественного анализа размерностей входных параметров системы, определены: безразмерные комплексы π_1, π_2 и π_3, а также физические выражения средней скорости движения жидкости в спиральном канале через коэффициенты подобия [4]. Качественный анализ размерностей входных параметров системы показывает связь и пропорциональную зависимость средней скорости движения жидкости $\vartheta_{ср}$ с входными параметрами: расходом жидкости Q, общим сечением канала $S_{общ}$ УО, средним радиусом кривизны спирали R, плотности жидкости $\rho_{ж}$ и динамической вязкость жидкости μ [2, 3].

Литература

1. Крамаренко Н.В. Методы подобия в механике. Анализ размерностей : учеб. пособие. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. – 212 с.
2. Устройство для очистки горюче-смазочных материалов с прямолинейными одним входным и двумя выходными каналами / В.В. Терехов [и др.] // Патент на полезную модель № 227812, 07.08.2024. Заявка № 2024110541 от 16.04.2024.
3. Терехов В.В. Анализ конструктивных особенностей устройств очистки жидкости на основе спирали Архимеда // XIV Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 63-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос 10–11 апреля 2025 года. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2025. – С. 122–131.
4. Мицель А.А. Методы оптимизации : учеб. пособие / А.А. Мицель, А.А. Шелестов, В.В. Романенко. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2020. – Ч. 1. – 350 с.

References

1. Kramarenko N.V. Similarity Methods in Mechanics. Dimensional Analysis : tutorial. – Novosibirsk : NSTU Publishing House, 2020. – 212 p.
2. Device for Cleaning Fuels and Lubricants with Rectilinear One Inlet and Two Outlet Channels / V.V. Terekhov [et al.] // Utility Model Patent No. 227812, August 07, 2024. Application № 2024110541 dated April 16, 2024.
3. Terekhov V.V. Analysis of design features of liquid purification devices based on the Archimedes spiral // XIV International Scientific and Practical Conference of Young Scientists dedicated to the 63rd anniversary of Yuri Gagarin's flight into space on April 10–11, 2025. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2025. – P. 122–131.
4. Mitsel A.A. Optimization Methods: a tutorial / A.A. Mitsel, A.A. Shelestov, V.V. Romanenko. – Tomsk : Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, 2020. – Part 1. – 350 p.

УДК 553.635.1

РОЛЬ ГИПСА В СОВРЕМЕННОМ ИНТЕРЬЕРЕ: ОТ ШТУКАТУРКИ ДО ДЕКОРА

♦♦♦♦♦

THE ROLE OF GYPSUM IN MODERN INTERIORS: FROM PLASTER TO ART

Тлехусеж Марина Александровна
Кубанский государственный технологический университет

Инфантиди Елизавета Алексеевна
Кубанский государственный технологический университет
Infantidi07@mail.ru

Аннотация. В статье представлен комплексный анализ функциональных и декоративных свойств гипса как многофункционального материала в современном интерьерном дизайне. Рассмотрены его физико-химические характеристики, экологическая безопасность и способность регулировать микроклимат помещений. Особое внимание уделено техникам создания объемных и фактурных элементов, а также интеграции гипсового декора в различные стилевые решения. На основе изучения исторического опыта и современных тенденций выявлены перспективные направления развития гипсовых технологий, включая 3D-печать и создание композитов, что определяет роль гипса как стратегического ресурса для устойчивого и эстетически выразительного дизайна будущего.

Ключевые слова: гипс, интерьерный дизайн, декоративные элементы, экологичные материалы, гипсокартон, фактурные покрытия.

Tlekhusezh Marina Aleksandrovna
Kuban StateTechnological University

Infantidi Elizaveta Alekseevna
Kuban State Technological University
Infantidi07@mail.ru

Annotation. This article provides a comprehensive analysis of the functional and decorative properties of gypsum as a versatile material in modern interior design. It examines its physicochemical characteristics, environmental safety, and ability to regulate indoor microclimate. Special attention is paid to techniques for creating three-dimensional and textured elements, as well as the integration of gypsum decor into various stylistic concepts. Based on a study of historical experience and contemporary trends, promising directions for the development of gypsum technologies are identified, including 3D printing and composite materials, positioning gypsum as a strategic resource for sustainable and aesthetically expressive design of the future.

Keywords: gypsum, interior design, decorative elements, eco-friendly materials, drywall, textured coatings, sustainable development.

Гипс обладает значительной прочностью на сжатие и изгиб, что делает его пригодным для использования в несущих конструкциях и декоративных элементах. Эти механические характеристики обеспечивают долговечность изделий из гипса при правильной эксплуатации. Исторически прочность гипса подтверждается его применением в монументальных сооружениях древности. Строительный гипс, полученный путем обжига, известен человечеству с древнейших времен. В VI–III тысячелетиях до н.э., он использовался в глино-гипсовых, гипсо-глиняно-известковых и гипсоизвестковых кладочных и штукатурных смесях [1].

Высокая пластичность гипса в жидком состоянии позволяет создавать сложные рельефы и архитектурные детали. Данное свойство обеспечивает широкие возможности для формообразования при изготовлении декоративных элементов. Материал легко принимает заданную форму, сохраняя ее после затвердевания. В древних памятниках, таких как пирамида Хеопса, гробница его матери и Большой Сфинкс, а также в городах Мохенджо-Даро и Хараппа [2], гипс использовался для покрытия стен, что доказывает его формоустойчивость.

Контролируемая скорость схватывания гипсовых составов обеспечивает технологическую гибкость в отделочных работах. Возможность регулировать время затвердевания позволяет адаптировать материал к различным производственным условиям. Это свойство упрощает процесс нанесения и корректировки гипсовых смесей. Указанная характеристика способствует эффективному использованию гипса в современном строительстве и ремонте.

Гипсу присущи выраженные гипоаллергенные свойства, что обеспечивает его безопасность при использовании в жилых и медицинских помещениях. Данный мате-

риал не содержит токсичных веществ и не выделяет вредных испарений в процессе эксплуатации. Эти характеристики делают гипс особенно востребованным в учреждениях здравоохранения и детских комнатах.

Важным экологическим преимуществом гипса является его способность абсорбировать избыточную влагу из воздуха с последующим её выделением при снижении влажности. Этот процесс способствует естественной регуляции микроклимата в помещении. Благодаря гигроскопичности материала поддерживается оптимальный уровень влажности воздуха.

В составе гипсовых материалов отсутствуют летучие органические соединения, что подтверждается исследованиями их химического состава. Отсутствие эмиссии вредных веществ при эксплуатации обеспечивает безопасность для здоровья человека. Данное свойство соответствует современным экологическим стандартам строительных материалов [3].

Гипсовые штукатурки активно применяются для подготовки идеально ровных поверхностей перед финишной отделкой. Данный материал обладает оптимальной пластичностью и адгезией, что обеспечивает равномерное нанесение. Важной характеристикой является скорость схватывания, позволяющая сократить технологические перерывы [4]. Гипс широко применялся в Гонур-депе и являлся одним из наиболее распространенных видов сырья. Материалы на его основе использовались для штукатурки и побелки стен ритуальных зданий, культовых сооружений алтарей и хранилищ золы мазки крупных керамических изделий

Гипсокартон стал основным материалом при создании межкомнатных перегородок и многоуровневых потолков. Его популярность обусловлена экологической безопасностью и способностью регулировать микроклимат помещений. Листы гипсокартона обеспечивают высокую скорость монтажа конструкций различной сложности. Данный материал демонстрирует практическое применение функциональных свойств гипса в современных интерьерных решениях.

Технологии литья и лепки гипса являются основой для создания сложных объемных форм с высокой степенью детализации. Эти методы позволяют воспроизводить как традиционные орнаменты, так и современные абстрактные композиции. Гипсовая формовка включает несколько классических подходов, обеспечивающих точность передачи задуманного рельефа. «Традиционно для копирования скульптур используют три вида гипсовой формовки: черновую, кусковую и клеевую» [5], что подчеркивает историческую преемственность в обработке материала. Современные методы расширяют возможности традиционных техник, повышая эффективность и качество изделий. Использование эластичных форм для литья позволяет получать изделия сложной конфигурации без потери деталей. «В настоящее время к традиционным методам добавилась формовка в эластичную форму» [6], что значительно упрощает процесс создания объемных элементов. В результате применения данных технологий возможно изготовление как монолитных, так и полых скульптурных композиций.

Комбинированные методы обработки гипса дают возможность сочетать гладкие и текстурированные поверхности в рамках одного декоративного элемента. Такое сочетание достигается путем последовательного применения различных техник механической и ручной обработки материала. Сначала формируется основная объемная форма методом литья или лепки, после чего на ее поверхности создаются рельефные участки. Это позволяет добиться выразительной игры света и тени, подчеркивающей художественный замысел. Интеграция разнородных фактур требует точного расчета времени схватывания гипса и соблюдения технологических параметров. Специалисты применяют инструменты для гравировки, шлифовки и пескоструйной обработки для достижения необходимого визуального эффекта. Подобные комбинации расширяют декоративный потенциал гипса, позволяя создавать уникальные элементы интерьера с богатой тактильной и визуальной выразительностью.

В современных интерьерах наблюдается устойчивая тенденция к использованию минималистичных геометрических рельефов на основе гипса. Эти решения служат альтернативой традиционной лепнине, предлагая более сдержанные и лаконичные формы. Геометрические узоры создаются путем отливки гипсовых элементов с

четкими линиями и углами. Такие рельефы визуально структурируют пространство, не перегружая его декоративными деталями. Технически создание геометрических рельефов требует точного соблюдения пропорций и аккуратной обработки поверхности. Отливка в черновую форму служит для перевода мягкой модели в твердую или для получения изделия в единственном экземпляре. Если необходимо на гипсовой отливке передать мельчайшие подробности мягкой модели, применяют отливку со щелоком, если же поверхность отливки будет подвергнута последующей обработке, применяют отливку со смазкой [6]. Это позволяет контролировать степень детализации и текстуры конечного продукта.

Гипсовые покрытия активно используются для имитации природных текстур, таких как камень, дерево или песчаные дюны. Эта техника расширяет визуальную палитру дизайна, позволяя создавать уникальные поверхности с тактильными качествами. Мастера применяют различные методы формовки и ручной обработки гипса для достижения нужного эффекта. В результате получаются стены и потолки, визуально и тактильно напоминающие натуральные материалы.

Современные разработки в области гипсовых смесей направлены на повышение износостойкости фактурных поверхностей. В состав вводятся полимерные добавки, которые увеличивают прочность покрытия и его устойчивость к механическим воздействиям. Улучшенные характеристики позволяют использовать гипсовые рельефы в зонах с высокой проходимостью. Кроме того, инновационные составы сохраняют пластичность материала на этапе нанесения, облегчая формирование сложных текстур [7].

Перспективы применения гипса очень разнообразны. 3D-печать гипсом открывает новые возможности для создания сложных архитектурных и декоративных элементов. Эта технология позволяет производить детали с высокой точностью и сложной геометрией, которые невозможно получить традиционными методами. Она обеспечивает значительное сокращение времени производства и снижение затрат на изготовление уникальных объектов. Внедрение данной технологии способствует расширению творческих возможностей дизайнеров интерьера. Адаптация методов, используемых в других отраслях, способствует совершенствованию технологий обработки гипса. В современной промышленности широко применяется ротационное формование термопластов. Совмещение технологий позволит значительно упростить процесс и уменьшить затраты материала на отливку. При этом можно получать легкие замкнутые полые отливки объемных скульптур [5].

Разработка гипсовых композитов с улучшенными характеристиками является важным направлением инноваций в области материаловедения. Введение в гипсовую матрицу различных добавок позволяет существенно повысить прочность, влагостойкость и другие эксплуатационные свойства материала. Особый интерес представляют композиты с органическими наполнителями из отходов сельского хозяйства и промышленности. Результаты проведённых исследований показали, что использования в энергоэффективном строительстве вместо искусственных пористых заполнителей заполнителей отходов сельского хозяйства и промышленности позволили получить теплоизоляционный композиционный материал, обладающий достаточно низкими показателями теплопроводности и теплоёмкости [8].

Гипс обладает значительными экологическими преимуществами как возобновляемый и биоразлагаемый материал. Его природное происхождение и способность к регенерации делают его ценным ресурсом для устойчивого строительства. В отличие от синтетических материалов гипс не выделяет токсичных веществ в процессе эксплуатации. Биоразлагаемость гипса позволяет минимизировать экологический след при утилизации изделий.

Гипсовые материалы играют важную роль в системах сертификации зеленого строительства, таких как LEED и BREEAM. Соответствие гипса критериям экологичности способствует накоплению баллов при сертификации объектов. Низкий уровень эмиссии летучих органических соединений подтверждает безопасность материала для внутренней среды помещений. Применение гипсовых изделий поддерживает принципы устойчивого развития в интерьерном дизайне [9].

Энергоэффективность производства и переработки гипсовых изделий является ключевым аспектом их экологической ценности. Процесс обжига гипса требует значительно меньших энергозатрат по сравнению с производством цемента. «Использование отходов сельского хозяйства и промышленности эффективно как с экономической (позволяет снизить себестоимость теплоизоляционного гипса), так и с экологической точки зрения [9]». Рециклинг гипсокартона сокращает объемы строительного мусора и потребность в первичном сырье.

Перспективные направления развития гипсовых технологий связаны с эволюцией эстетических концепций в дизайне интерьеров. Тенденция смещается от строгих минималистичных форм к сложным биоморфным структурам, имитирующим природные объекты [10]. Гипс, благодаря своей пластичности и технологичности, становится идеальным материалом для создания плавных линий и органичных поверхностей. Это позволяет реализовывать концепции биофильного дизайна, способствуя визуальной и тактильной связи человека с природой в искусственной среде.

Другой перспективной областью является интеграция функциональных систем непосредственно в гипсовые конструктивные элементы. Речь идет о разработке композитных материалов на основе гипса, обладающих улучшенными акустическими и теплорегулирующими свойствами. Такие решения позволяют скрывать технические коммуникации и системы климат-контроля в декоративных панелях или потолочных конструкциях. Подобная интеграция способствует созданию эстетически целостных пространств без ущерба для функциональности и комфорта.

Гипс утвердился как ключевой материал в современном интерьерном дизайне, преодолев рамки элементарной штукатурки и став универсальным средством. Он органично сочетает утилитарные функции с высоким художественным потенциалом, что полностью отвечает комплексным запросам экологичного и индивидуализированного дизайна. Данная эволюция материала открывает новые горизонты для творчества профессионалов, подтверждая его значимость в актуальных тенденциях, уникальные функциональные достоинства, включая высокие микроклиматические свойства и огнестойкость. Его технологическая пластичность обеспечивает превосходство над альтернативными материалами при создании долговечных интерьерных решений. Экологическая безопасность материала дополнительно укрепляет его позиции в современных проектах. Гипс, как и другие вяжущие вещества и их модификация являются главным фактором развития всей сферы строительства. Открытая еще в древности способность этих веществ превращаться в камень остается и по сей день главным инструментом при возведении любого сооружения [11].

Систематизация декоративных практик выявила широту эстетических возможностей гипса. Материал позволяет создавать сложные объемные композиции и разнообразные фактуры, а также успешно комбинируется с другими элементами. Это делает гипс основным выразительным инструментом в реализации инновационных дизайнерских концепций. Перспективы развития гипсовых технологий, такие как 3D-печать и композитные материалы, расширяют функциональные и эстетические границы. В сочетании с экологическими преимуществами гипс рассматривается как стратегический ресурс для интерьеров будущего, способный отвечать на вызовы устойчивого развития и растущий спрос на персонализацию пространств.

Литература

1. Крамаренко Н.В. Методы подобия в механике. Анализ размерностей : учеб. пособие. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. – 212 с.
2. Устройство для очистки горюче-смазочных материалов с прямолинейными одним входным и двумя выходными каналами / В.В. Терехов [и др.] // Патент на полезную модель № 227812, 07.08.2024. Заявка № 2024110541 от 16.04.2024.
3. Терехов В.В. Анализ конструктивных особенностей устройств очистки жидкости на основе спирали Архимеда // XIV Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 63-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос 10–11 апреля 2025 года. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2025. – С. 122–131.

4. Мицель А.А. Методы оптимизации : учеб. пособие / А.А. Мицель, А.А. Шелестов, В.В. Романенко. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2020. – Ч. 1. – 350 с.

References

1. Kramarenko N.V. Similarity Methods in Mechanics. Dimensional Analysis : tutorial. – Novosibirsk : NSTU Publishing House, 2020. – 212 p.
2. Device for Cleaning Fuels and Lubricants with Rectilinear One Inlet and Two Outlet Channels / V.V. Terekhov [et al.] // Utility Model Patent № 227812, August 07, 2024. Application № 2024110541 dated April 16, 2024.
3. Terekhov V.V. Analysis of design features of liquid purification devices based on the Archimedes spiral // XIV International Scientific and Practical Conference of Young Scientists dedicated to the 63rd anniversary of Yuri Gagarin's flight into space on April 10–11, 2025. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2025. – P. 122–131.
4. Mitsel A.A. Optimization Methods: a tutorial / A.A. Mitsel, A.A. Shelestov, V.V. Romanenko. – Tomsk : Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, 2020. – Part 1. – 350 p.

УДК 664.8:347.77(075.8)

ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

♦♦♦♦♦

LEGAL ASPECTS OF INVENTIVE ACTIVITIES IN THE FOOD INDUSTRY

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

Касьянов Геннадий Иванович
доктор технических наук,
профессор,
академик Российской инженерной академии, г. Краснодар
g_kasjanov@mail.ru

Аннотация. Вопросы правовой защиты объектов интеллектуальной стали особенно актуальны в последние годы. Выполнен анализ предметного поля по теме исследований. Выявлен пробел знаний в обосновании принципов юридической защиты содержания и авторских прав на объекты интеллектуальной собственности. Цель работы заключалась в анализе положительных и отрицательных сторон творческой изобретательской деятельности в области разделов пищевой промышленности. Объектами исследований служили анализ законодательной базы защиты прав изобретателей и перечень интеллектуальных прав на объекты промышленной собственности. В работе использовали ссылки на ранее защищенные патенты на изобретения авторов О.И. Квасенкова и Д.Г. Касьянова. Проанализирована трансформация изобретательской мысли на примере совершенствования техники и технологии обезвоживания агропищевого сырья в свете проблем правовой защиты выдвинутых новаций.

Ключевые слова: защита прав изобретателей, патентное право в Гражданском кодексе РФ, интеллектуальные права на объекты промышленной собственности.

Torosyan Erik Sergeevich
Head of the Intellectual
Property Department,
Kuban State University, Krasnodar
Torosyan_e@inbox.ru

Kasyanov Gennady Ivanovich
Doctor of Technical Sciences,
Professor,
Academician of the Russian
Engineering Academy, Krasnodar
g_kasjanov@mail.ru

Annotation. Issues of legal protection of intellectual property have become particularly relevant in recent years. An analysis of the subject area related to the research topic was conducted. A knowledge gap in the substantiation of the principles of legal protection of the content and copyright of intellectual property was identified. The aim of the study was to analyze the positive and negative aspects of creative inventive activity in certain areas of the food industry. The objects of the study were an analysis of the legislative framework for protecting inventors' rights and a list of intellectual property rights to industrial property. The study included references to previously protected patents for the inventions of O.I. Kvasenkova and others. and D.G. Kas'yanova. The transformation of inventive thought is analyzed using the example of improving the technology and techniques for dehydrating agricultural and food raw materials in light of the challenges of legal protection for these innovations.

Keywords: protection of inventors' rights, patent law in the Civil Code of the Russian Federation, intellectual property rights.

Систематизация знаний в области охраны исключительных прав на результаты интеллектуальной деятельности в сфере переработки агропищевого сырья требует комплексного научного подхода, ключевым элементом которого выступает анализ предметного поля научных публикаций и патентной документации. Данный исследовательский метод позволяет всесторонне изучить многоаспектные проблемы юридической защиты прав авторов на зарегистрированные объекты интеллектуальной собственности, включая изобретения, полезные модели и промышленные образцы.

Нормативноправовая база регулирования отношений в сфере интеллектуальной собственности в Российской Федерации закреплена в части 4 Гражданского кодекса РФ. В данном нормативном акте детально регламентированы базовые понятия, определены объекты и субъекты интеллектуальных прав, а также установлены объём и содержание прав авторов и правообладателей.

В условиях санкционного давления обострилась проблема технологической зависимости от иностранных научно-технических разработок, защищённых патентами, что объективно ограничивает возможности реализации программ импортозамещения в критически важных отраслях. Российское законодательство предусматривает ряд правовых механизмов, позволяющих сбалансировать интересы правообладателей и потребности национальной экономики. В частности, институт принудительной лицензии допускает судебное предоставление права использования патента при длительном неиспользовании изобретения или полезной модели правообладателем. Дополнительно действует институт права преждепользования, гарантирующий сохранение возможности эксплуатации тождественного решения при условии его добросовестного применения до даты приоритета патента.

Правовая охрана в пищевой промышленности охватывает широкий спектр объектов: от рецептурного состава продуктов до технологических процессов их производства, а также эстетические и эргономические характеристики упаковки. В зависимости от критериев патентоспособности такие разработки могут получать правовую охрану в качестве изобретений, полезных моделей либо промышленных образцов.

Сроки действия исключительных прав дифференцированы в зависимости от вида объекта интеллектуальной собственности. Для изобретений установлен двадцатилетний срок действия исключительных прав с даты подачи заявки, с возможностью продления до пяти лет для отдельных категорий (например, лекарственные средства). Исключительные права на промышленный образец первоначально действует в течение пяти лет, однако законодательство допускает многократное продление срока (но не свыше двадцати пяти лет с даты подачи заявки), что обеспечивает гибкую систему охраны дизайнерских решений.

На рисунке 1 представлена структурная схема охраны интеллектуальных объектов в области пищевой промышленности.

В современных научных источниках последовательно сформулированы ключевые критерии оценки новизны применительно к объектам пищевой промышленности, что создаёт методологическую основу для их правовой охраны [1, 25]. Существенное внимание уделено комплексному исследованию вопросов, связанных с защитой результатов интеллектуального труда, включая анализ механизмов их правовой охраны и особенностей практической реализации [2, 28; 3, 4]. Наряду с этим актуализирована задача формирования структурированного информационного блока, включающего специализированные базы данных, которые играют значимую роль в систематизации и сохранении знаний в данной сфере [5, 6].

В рамках действующего законодательства РФ регистрация (депонирование) программ для ЭВМ в Роспатенте (Федеральном институте промышленной собственности) предоставляет правообладателю возможность уменьшить риски при реализации исключительных прав на использование разработки. Данный факт юридически закрепляет возможность монопольного распоряжения объектом интеллектуальной собственности, включая его коммерческое использование и отчуждение [7, 8]. Такой механизм обеспечивает правовую определённость и создаёт предпосылки для эффективного оборота интеллектуальных прав в предпринимательской деятельности.

Правовая охрана ряда консервированных пищевых продуктов, зарегистрированных в качестве объектов патентных прав, сохраняется в полном объёме при наличии действующих охранных документов, выданных в установленном законодательством порядке [9, 11, 15, 16]. При этом особый правовой режим указанных разработок обусловлен тем, что при их первоначальной регистрации был избран механизм свободного использования (открытой лицензии). В отличие от «стандартного порядка» поддержания патента в силе, предполагающего регулярную уплату патентных пошлин в установленные сроки, данные объекты не требуют финансовых вложений для сохранения действия исключительных прав. Их правовая защита обеспечивается самим фактом надлежащей регистрации в уполномоченном органе, что порождает двоякий эффект: с одной стороны, патентные документы расширяют фонд технических знаний, с другой - отсутствие обязательства по уплате пошлин зачастую ведёт к тому, что правообладатели не инициируют заключение лицензионных договоров.



Рисунок 1 – Структурная схема охраны интеллектуальных объектов в области пищевой промышленности

Отдельная категория охраняемых объектов представлена промышленными образцами, которые защищены соответствующими патентами. Их правовая охрана осуществляется в строгом соответствии с регламентом, закреплённым в законодательстве РФ [22–24, 27]. Примечательно, что ряд таких объектов интегрирует принципы циркулярной экономики, что находит отражение в их конструктивных и технологических особенностях [26, 29]. Это демонстрирует тенденцию к сочетанию инновационной составляющей с устойчивыми моделями производства, что соответствует современным экологическим стандартам и требованиям рынка.

Анализ эволюции технических решений в области обезвоживания агропищевого сырья позволяет проследить закономерность развития изобретательской мысли и со-

пряжённые с ней правовые механизмы охраны интеллектуальных прав. В качестве исходного технического решения рассмотрена гелиосушилка, содержащая последовательно установленные солнечный коллектор с гравийным аккумулятором, сушильную камеру с размещенными в ней перфорированным сушильным барабаном с внутренними перегородками и вытяжной трубой, которая выполнена в виде гелиоприемника, содержащего два вентиляционных канала, разделенных нагревателем в виде камеры с перфорированными передней и задней стенками, нагреватель гелиоприемника имеет треугольные рассекатели, между нагревателем и сушильным барабаном установлена приемная воронка, лопатки сушильного барабана имеют возможность установки как параллельно оси барабана, так и под углом, а объем нагревателя равен 2/3 объема сушильного барабана (Патент № 92157 опубл. 10.03.2010 г.). Недостатком является то, что данная гелиосушилка предназначена только для сушки преимущественно сыпучих материалов, например зерна, что ограничивает ее применение для сушки другого растительного сырья.

В процессе совершенствования технологии было предложено инновационное решение, заключающееся в использовании солнечного коллектора для сушки сырья и организации отвода водяного пара через вертикальную трубу. Предложенное техническое решение соответствовало критериям патентоспособности, установленным ст. 1351 ГК РФ: оно обладало новизной, промышленной применимостью. В результате был установлен правовой режим охраны объекта интеллектуальной собственности и выдан патент на полезную модель № 155139 [3]. Дальнейший анализ функционирования запатентованной установки выявил её существенный недостаток: работоспособность исключительно в светлое время суток, что обусловливало прерывание процесса обезвоживания в ночные часы. В целях устранения данного ограничения была разработана новая техническая концепция, предусматривающая применение термоаккумуляторов на основе чёрного гравия, нагреваемыми посредством водяной линзы металлического бруска и аккумулятора с отработанным маслом. Это техническое решение получило правовую охрану в форме патента на полезную модель № 215128 [4].

Следующий этап развития технологии связан с внедрением мембранного модуля на входе солнечного коллектора, обеспечивающего селективное пропускание паров азота и водорода. Использование данной инновации в сочетании с солнечным подогревом газовой смеси позволило минимизировать окисление продуктов сушки кислородом воздуха, что существенно повысило качество готовой продукции. Однако в данном случае авторы избрали иной путь распространения информации - публикацию результатов в научном журнале без оформления патентных прав. В результате техническое решение перешло в сферу общественного достояния, став доступным для неограниченного использования иными лицами. Этот пример наглядно демонстрирует альтернативный механизм распространения научнотехнических знаний, при котором приоритет отдается открытому обмену информацией в ущерб исключительным правам патентообладателя.

На рисунке 2 показана вакуумная гелиосушильная установка (патент на полезную модель № 215128).

Рассмотренная траектория развития технических решений в области агропищевого сырья демонстрирует не просто последовательность инженерных усовершенствований, но и сложную систему правовых механизмов, сопровождающих трансформацию идеи в охраняемый объект интеллектуальной собственности. Подобный выбор иллюстрирует фундаментальную дилемму изобретательской деятельности: баланс между исключительными правами патентообладателя и общественным интересом в распространении знаний, так как патент обеспечивает монополию на использование инновации в течение установленного срока, но требует раскрытия сущности технического решения. Публикация же сохраняет информацию открытой, но лишает разработчика исключительных прав на техническое решение. В контексте задач импортозамещения данная дилемма приобретает особую остроту. С одной стороны, патентная защита создаёт конкурентные преимущества для отечественных производителей, повышает инвестиционную привлекательность инновационных проектов и позволяет участ-

вовать в государственных программах поддержки. С другой – высокий уровень патентной активности не всегда коррелирует с масштабами реального внедрения: по различным оценкам, лишь от 5 до 15 % запатентованных решений находят применение в производстве [30, 31].

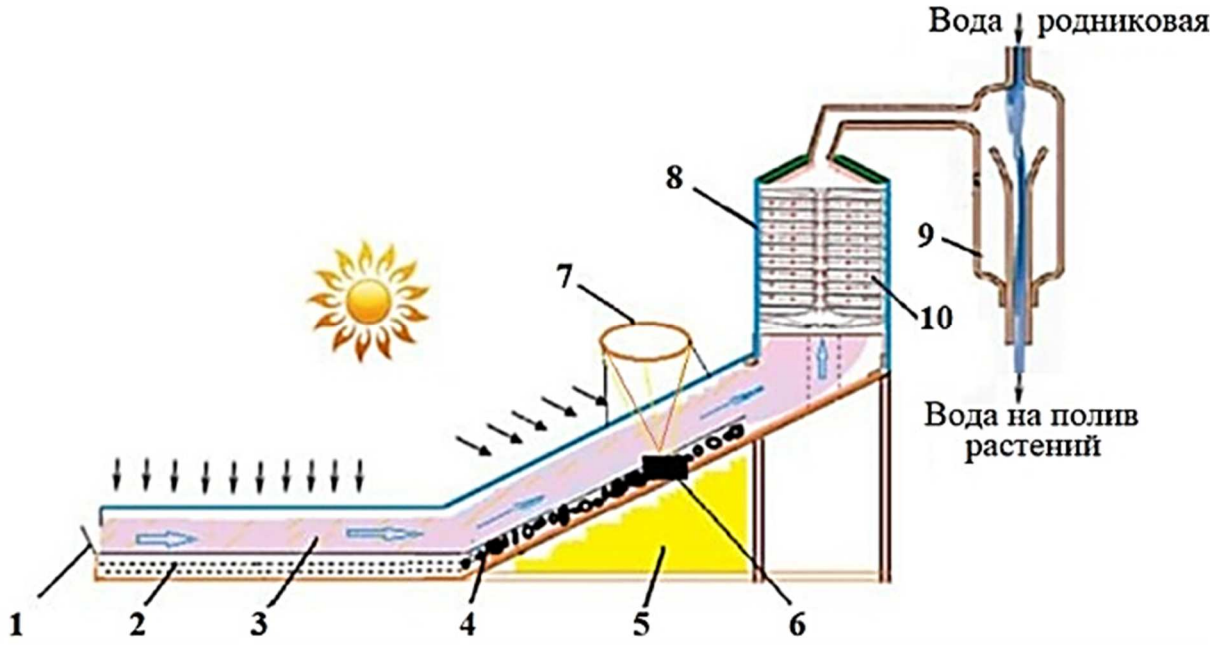


Рисунок 2 – Полезная модель установки для обезвоживания растительного сырья:
1 – регулируемая заслонка, 2 – слой гравия, 3 – солнечный коллектор, 4 – слой черного щебня,
6 – металлический брусок, 7 – водяная линза, 8 – сушильная камера,
9 – водоструйный насос, 10 – сетчатые поддоны с сырьем

Причины низкой коммерциализации носят системный характер. Экономические барьеры (необходимость крупных инвестиций в переоснащение производства), регуляторные сложности (многоступенчатые процедуры сертификации), рыночные риски (неопределённость потребительского спроса) и кадровый дефицит (нехватка специалистов для работы с новыми технологиями) формируют сложный ландшафт внедрения инноваций.

Правовое поле при этом выполняет двойственную функцию. С одной стороны, оно создаёт инструменты поддержки: субсидирование затрат на патентование, инвестиционные налоговые вычеты, грантовые программы для НИОКР, механизмы открытых лицензий. С другой – избыточная «патентная зарегулированность» способна тормозить развитие отрасли, особенно когда ключевые технологии концентрируются в руках ограниченного числа правообладателей.

Заключение. В результате исследования рассмотрены преимущества и выявлены недостатки в теоретическом осмыслении механизмов юридической защиты интеллектуальной собственности в пищевой промышленности. Работа была нацелена на то, чтобы проследить взаимосвязь между творческим процессом изобретательства и существующей системой правовой охраны интеллектуальных прав в пищевой отрасли. Анализ эволюции технологий показал: каждое значимое техническое усовершенствование неизбежно сталкивается с необходимостью правовой квалификации. Это обнажает ключевую сложность – поиск баланса между патентной защитой, которая требует раскрытия технологических деталей, и коммерческими интересами производителей, стремящихся сохранить «ноухау» в тайне. Намечены перспективные направления дальнейшей работы: разработка методических рекомендаций по патентованию с учётом отраслевой специфики и совершенствование механизмов передачи технологий от науки к производству. Это позволит превратить интеллектуальную собственность в реальный ресурс, способствующий росту конкурентоспособности пищевой промышленности в современных экономических условиях.

Литература

1. 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.
2. Котенева О.Е. Правовая охрана объектов интеллектуальной собственности. – СПб. : Университет ИТМО, 2018. – 92 с.
3. Патент № 155139 Гелиосушилка для растительного сырья / Г.И. Касьянов [и др.]. Заявка: 2015119698/13, 25.05.2015, опубл. 20.09.2015.
4. Патент № 215128 Вакуумная гелиосушильная установка / Н.Ю. Герасимова [и др.]. Заявка: 2022114079 от 25.05.2022, опубл. 30.11.2022.
5. Свидетельство о регистрации базы данных № 2025621092 Совершенствование технологии продуктов питания специализированного назначения, обогащенных эссенциальными микроэлементами / И.С. Королева [и др.]. Заявка № 2025620674 от 05.03.2025, опубл. 11.03.2025.
6. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2025624273. База данных национальных моделей реализации экономики замкнутого цикла / Е.А. Яковлева, М.В. Терешина, Э.С. Торосян, Т.В. Васкевич. Заявка № 2025623852 от 18.09.2025, опубл. 07.10.2025.
7. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2025610812. Программа расчета гликемической нагрузки / И.С. Королева, А.С. Королев, Д.Г. Касьянов. Заявка № 2024692868 от 19.12.2024, опубл. 14.01.2025.
8. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2025683827. Программа для учёта технологий переработки и утилизации отходов / Т.А. Приходько, М.В. Терешина, Э.С. Торосян. Заявка № 2025682721 от 01.08.2025, опубл. 08.09.2025.
9. Способ выработки консервов «Котлеты беловежские» / О.И. Квасенков, Д.Г. Касьянов. Патент на изобретение RU 2341991. Заявка № 2007129908/13 от 06.08.2007, опубл. 27.12.2008.
10. Способ получения консервов «Кавурма шурпа» / О.И. Квасенков, Д.Г. Касьянов. Патент на изобретение RU 2320228, Заявка № 2006132879/13 от 14.09.2006, опубл. 27.03.2008.
11. Способ получения консервов «Котлеты беловежские» / О.И. Квасенков, Д.Г. Касьянов. Патент на изобретение RU 2343736. Заявка № 2007129910/13 от 06.08.2007, опубл. 20.01.2009.
12. Способ получения консервов «Кроличье фрикасе» / О.И. Квасенков, Д.Г. Касьянов. Патент на изобретение RU 2468614. Заявка № 2011120099/13 от 20.05.2011, опубл. 10.12.2012.
13. Способ получения консервов «Рубец со свиной грудинкой в томатном соусе» / О.И. Квасенков, Д.Г. Касьянов. Патент на изобретение RU 2460395. Заявка № 2011117590/13 от 05.05.2011, опубл. 10.09.2012.
14. Способ получения консервов «Утка в луковом соусе» / О.И. Квасенков, Д.Г. Касьянов. Патент на изобретение RU 2343715. Заявка № 2007129904/13 от 06.08.2007, опубл. 20.01.2009.
15. Способ приготовления консервов «Котлеты беловежские» / О.И. Квасенков, Д.Г. Касьянов. Патент на изобретение RU 2341992. Заявка № 2007129909/13 от 06.08.2007, опубл. 27.12.2008.
16. Способ производства консервов «Котлеты беловежские» / О.И. Квасенков, Д.Г. Касьянов. Патент на изобретение RU 2348321. Заявка № 2007129911/13 от 06.08.2007, опубл. 10.03.2009.
17. Способ производства консервов «Кроличье фрикасе» / О.И. Квасенков, Д.Г. Касьянов. Патент на изобретение RU 2461220. Заявка № 2011120100/13 от 20.05.2011, 20.09.2012.
18. Способ производства консервов «Пикша обжаренная в томатном соусе» / Е.Е. Иванова, О.И. Квасенков, Д.Г. Касьянов, Н.Л. Малашенко, Л.М. Павлова. Патент на изобретение RU 2518391. Заявка № 2012157156/13 от 27.12.2012, опубл. 10.06.2014.
19. Способ производства консервов «Рубец в белом соусе» / О.И. Квасенков, Д.Г. Касьянов. Патент на изобретение RU 2462051. Заявка № 2011120093/13 от 20.05.2011, опубл. 27.09.2012.
20. Способ производства консервов «Салат из утиных лапок» / О.И. Квасенков, Д.Г. Касьянов. Патент на изобретение RU 2344663. Заявка № 2007129907/13 от 06.08.2007, опубл. 27.01.2009.
21. Способ производства консервов «Салат из утиных языков» / О.И. Квасенков, Д.Г. Касьянов. Патент на изобретение RU 2343735. Заявка № 2007129906/13 от 06.08.2007, опубл. 20.01.2009.

22. Схема «Гидроочистка и повышение октанового числа бензина» / Г.И.Касьянов, Е.А. Мазуренко, С.Г. Шабалина, У.Н. Малофеева. Патент на промышленный образец RU 147430, Заявка № 2025501096 от 27.02.2025, опубл. 14.05.2025.
23. 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. Заявка № 2025502008 от 09.04.2025, опубл. 06.11.2025.
24. 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. Заявка № 2025501047 от 26.02.2025, опубл. 09.10.2025.
25. Торосян Э.С. Вербально-графические подходы к управлению интеллектуальной собственностью вуза / Э.С. Торосян, М.А. Дубинина, А.Г. Путырский // Экономика устойчивого развития. – 2024. – № 2(58). – С. 382–385.
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. Установка для производства биоразлагаемой упаковочной пленки из вторичного сырья / В.А. Бирбасов, Д.Г. Касьянов, А.А. Запорожский, С.В. Алтуньян, И.Е. Сязин. Патент на полезную модель RU 117352. Заявка № 2012108285/05 от 05.03.2012, опубл. 27.06.2012.
28. Черкасова О.В. Защита интеллектуальной собственности. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 102 с.
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. Дмитриев Н.Д. Применение инновационных технологий на пищевых предприятиях / Н.Д. Дмитриев, Е.А. Рогозина // Вестник университета. – 2020. – № 7. – С. 36–44. DOI 10.26425/1816-4277-2020-7-36-44 EDN JVBBOW
31. Филатов В.В. Риск-факторы, препятствующие формированию и регулированию рынка инноваций пищевой промышленности ЦФО // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2016. – № 3. – С. 75–78. EDN WKPKRP

References

1. Zolotokopov A.V. A systems approach to using artificial intelligence control functions in the food industry / A.V. Zolotokopov, S.V. Zolotokopova, E.S. Torosyan // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2025. – № 2. – P. 72–78.
2. Koteneva O.E. Legal protection of intellectual property. – SPb. : ITMO University, 2018. – 92 p.
3. Patent № 155139 Helio-dryer for plant materials / G.I. Kasyanov [et al.]. Application: 2015119698/13, 05/25/2015, published 09/20/2015.
4. Patent № 215128 Vacuum helio-drying unit / N.Yu. Gerasimova [et al.]. Application: 2022114079 dated 05/25/2022, published 11/30/2022.
5. Database Registration Certificate No. 2025621092. Improvement of the Technology of Specialized Food Products Enriched with Essential Microelements / I.S. Koroleva [et al.]. Application № 2025620674 dated 03/05/2025, published 03/11/2025.
6. Database Registration Certificate RU 2025624273. Database of National Models for Implementing a Circular Economy / E.A. Yakovleva, M.V. Tereshina, E.S. Torosyan, T.V. Vaskevich. Application № 2025623852 dated 09/18/2025, published 10/07/2025.
7. Certificate of registration of computer program RU 2025610812. Program for calculating glycemic load / I.S. Koroleva, A.S. Korolev, D.G. Kasyanov. Application № 2024692868 dated 19.12.2024, published 14.01.2025.
8. Computer program registration certificate RU 2025683827. Program for accounting of waste processing and disposal technologies / T.A. Prikhodko, M.V. Tereshina, E.S. Torosyan. Application № 2025682721 dated 01.08.2025, published 08.09.2025.
9. Method for producing canned food «Belovezhskie cutlets» / O.I. Kvasenkov, D.G. Kasyanov. Invention patent RU 2341991. Application № 2007129908/13 dated 06.08.2007, published 27.12.2008.
10. Method for producing canned food «Kavurma shurpa» / O.I. Kvasenkov, D.G. Kasyanov. Invention Patent RU 2320228, Application № 2006132879/13 dated September 14, 2006, published March 27, 2008.

11. Method for producing canned food «Belovezhskie cutlets» / O.I. Kvasenkov, D.G. Kasyanov. Invention Patent RU 2343736. Application № 2007129910/13 dated August 06, 2007, published January 20, 2009.
12. Method for producing canned food «Rabbit fricassee» / O.I. Kvasenkov, D.G. Kasyanov. Patent for invention RU 2468614. Application № 2011120099/13 dated 20.05.2011, published. 10.12.2012.
13. Method for producing canned food «Tripe with pork belly in tomato sauce» / O.I. Kvasenkov, D.G. Kasyanov. Patent for invention RU 2460395. Application № 2011117590/13 dated 05.05.2011, published. 10.09.2012.
14. Method for producing canned food «Duck in onion sauce» / O.I. Kvasenkov, D.G. Kasyanov. Invention Patent RU 2343715. Application № 2007129904/13 dated August 6, 2007, published January 20, 2009.
15. Method for Preparing Belovezhskie Cutlets Canned Food / O.I. Kvasenkov, D.G. Kasyanov. Invention Patent RU 2341992. Application № 2007129909/13 dated August 6, 2007, published December 27, 2008.
16. Method for the production of canned food «Belovezhskie cutlets» / O.I. Kvasenkov, D.G. Kasyanov. Patent for invention RU 2348321. Application № 2007129911/13 dated 06.08.2007, published. 10.03.2009.
17. Method for the production of canned food «Rabbit fricassee» / O.I. Kvasenkov, D.G. Kasyanov. Patent for invention RU 2461220. Application № 2011120100/13 dated 20.05.2011, 20.09.2012.
18. Method for the production of canned food «Fried haddock in tomato sauce» / E.E. Ivanova, O.I. Kvasenkov, D.G. Kasyanov, N.L. Malashenko, L.M. Pavlova. Invention Patent RU 2518391. Application № 2012157156/13 dated December 27, 2012, published June 10, 2014.
19. Method for producing canned tripe in white sauce / O.I. Kvasenkov, D.G. Kasyanov. Invention Patent RU 2462051. Application № 2011120093/13 dated May 20, 2011, published September 27, 2012.
20. Method for producing canned duck foot salad / O.I. Kvasenkov, D.G. Kasyanov. Invention Patent RU 2344663. Application № 2007129907/13 dated 06.08.2007, published 27.01.2009.
21. Method for producing canned duck tongue salad / O.I. Kvasenkov, D.G. Kasyanov. Invention Patent RU 2343735. Application № 2007129906/13 dated 06.08.2007, published 20.01.2009.
22. Scheme «Hydrotreating and increasing the octane number of gasoline» / G.I. Kasyanov, E.A. Mazurenko, S.G. Shabalina, U.N. Malofeeva. Patent for industrial design RU 147430, Application No. 2025501096 dated 02/27/2025, publ. 05/14/2025.
23. 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. Application No. 2025502008 dated 09.04.2025, published 06.11.2025.
24. Scheme of «Extrusion method for the industrial production of combined snacks» / A.M. Medvedev, G.I. Kasyanov, N.B. Savitsky, E.V. Sheykina. Industrial design patent RU 149584. Application № 2025501047 dated 26.02.2025, published 09.10.2025.
25. Torosyan E.S. Verbal and graphic approaches to managing the intellectual property of a university / E.S. Torosyan, M.A. Dubinina, A.G. Putyrsky // Economics of sustainable development. – 2024. – № 2(58). – P. 382–385.
26. Torosyan E.S., Regulatory Factors for the Development of a 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. Installation for the Production of Biodegradable Packaging Film from Recycled Materials / V.A. Birbasov, D.G. Kasyanov, A.A. Zaporozhsky, S.V. Altunyan, I.E. Syazin. Utility Model Patent RU 117352. Application № 2012108285/05 dated 05.03.2012, published 27.06.2012.
28. Cherkasova O.V. Protection of Intellectual Property. – Ekaterinburg : Publishing house of the Ural University, 2017. – 102 p.
29. 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 Major Challenges. Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference of the Russian Society for Ecological Economics (ROSEE). – Apatity, 2025. – P. 126–129.
30. Dmitriev N.D. Application of Innovative Technologies in Food Enterprises / N.D. Dmitriev, E.A. Rogozina // Bulletin of the University. – 2020. – № 7. – P. 36–44. DOI 10.26425/1816-4277-2020-7-36-44 EDN JVBBOW
31. Filatov V.V. Risk factors hindering the formation and regulation of the food industry innovation market in the Central Federal District // Intellect. Innovations. Investments. – 2016. – № 3. – P. 75–78. EDN WKPKRP

УДК 796.323

ИММЕРСИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В БИБЛИОТЕКАХ
♦♦♦♦♦
IMMERSIVE TECHNOLOGIES IN LIBRARIES

Трифонова Арина Сергеевна
студентка,
Краснодарский государственный институт культуры

Папиашвили Елизавета Нодариевна
студентка,
Краснодарский государственный институт культуры

Багдасарян Рафаэль Хачикович
доцент кафедры информационно-библиотечной деятельности и документоведения,
Краснодарский государственный институт культуры

Аннотация. Статья посвящена использованию иммерсивных технологий в библиотеках, подчеркивая их роль в повышении эффективности взаимодействия читателей с культурным наследием и образовательным контентом. Рассматриваются положительные стороны, включая повышение интереса к чтению, расширение возможностей музеев и архивов, улучшение когнитивного усвоения материала. Одновременно обозначены ограничения: высокие затраты, технические проблемы, физиологическое воздействие на организм и этические вопросы. Подчеркивается важность финансирования и правильной подготовки профессиональных кадров для дальнейшего развития.

Ключевые слова: иммерсивные технологии, библиотека, виртуальная реальность, дополненная реальность, цифровая среда, культурный опыт, интерактивность, культура, искусство, история, выставки, экскурсии, мультимедиа, нейросеть, инфраструктура, создание контента.

Trifonova Arina Sergeevna
Student,
Krasnodar State Institute of Culture

Papiashvili Elizaveta Nodarievna
Student,
Krasnodar State Institute of Culture

Bagdasaryan Rafael Khachikovich
Associate Professor of the Department of Information and Library Activities and Documentation Studies,
Krasnodar State Institute of Culture

Annotation. This article explores the use of immersive technologies in libraries, emphasizing their role in enhancing patron engagement with cultural heritage and educational content. The positive aspects are discussed, including increased interest in reading, expanded museum and archive capacity, and improved cognitive acquisition of material. However, limitations are also identified, including high costs, technical challenges, physiological effects on the body, and ethical issues. The importance of funding and adequate training for professional staff is emphasized for further development.

Keywords: immersive technologies, library, virtual reality, augmented reality, digital environment, cultural experience, interactivity, culture, art, history, exhibitions, excursions, multimedia, neural network, infrastructure, content creation.

Иммерсивные технологии в библиотеках – это методы интенсивного погружения в изучаемый материал с помощью создания дополненной реальности. Английское слово immersive («захватывающий, создающий эффект присутствия, погружения») описывает суть иммерсивных технологий. Объемные проекции и виртуальная реальность объединяются, чтобы вдохновить и стереть границу между «зрителем» и «участником».

Такие словосочетания как «иммерсивный театр», «иммерсивная комната», «иммерсивный сторителлинг», «иммерсивнаявыставка» и т.п. прочно вошли в моду. Эти и другие методы, обеспечивающие различными способами погружение в виртуальный мир, объединяет общее название: «иммерсивные технологии».

В библиотечной сфере эти технологии используются для более глубокого и эффективного получения знаний и культурного опыта, выходящего за рамки традиционных форм взаимодействия с информацией [1].

Концепция иммерсивности подразумевает фундаментальное погружение в суть происходящего, которая активно осуществляется в западной культуре и охватывает множество сфер жизни, например, кинематограф, театральное искусство, живопись и индустрия развлечений. Метод иммерсивности позволяет зрителю погрузиться в происходящее, выйти за рамки традиционности и стать непосредственным участником событий. Именно такой подход лег в основу проекта псковских библиотекарей. На Золотой набережной Пскова 21 мая 2019 года состоялась иммерсивная выставка-променад «Ожившие портреты», которая была организована Псковской областной универсаль-

ной научной библиотекой к 100-летию Даниила Гранина. Экспозиция была доступна для людей с ограниченными возможностями благодаря тифлокомментариям и субдопереводу.

Подобный опыт рассматривается и в Донской публичной библиотеке, где в 2023 году учреждение организовало мультимедийную выставку «Шишкин. Иммерсивное прочтение». Суть экспозиции заключалась не только в представлении работ художника, но и в буквальном погружении человека внутрь картин, ощущая легкий ветерок, аромат хвои, пение птиц и шорох листвы, которые можно было создать благодаря технологиям новых медиа. Дополнительно был показан анимационный фильм, созданный с использованием нейросети [2].

Иммерсивные технологии открывают новые возможности для прогресса в процессах библиотечной работы и общества за счет важных преимуществ:

Эффективность иммерсивных технологий. Применение иммерсивных технологий значительно повышает качество библиотечной, музейной, образовательной сферы и т.д., делая все рабочие процессы более наглядными и увлекательными, и запоминающимися.

Оптимизация расходов и снижение издержек. Онлайн пространство позволяет ощутимо уменьшить материальные затраты, понизив необходимость в физическом оснащении и инфраструктуре.

Конкурентоспособность организаций. Организации, которые внедряют уникальные продукты и сервисы связанныес иммерсионными технологиями, получают большое конкурентное преимущество, повышая узнаваемость и лояльность.

Сохранение и продвижение культурных ценностей. Иммерсивные технологии помогают в сохранении и популяризации национального культурного наследия, гарантируя новую ступень погружения в исторические эпохи и культурные аспекты [3].

Интерактивность музейных экспозиций. В настоящее время музеи и выставки наступательно используют иммерсивные технологии для манифестации интерактивных экспонатов, делая занимательный опыт в взаимодействии с объектами искусства и культуры.

Расширение доступности редких материалов. Пользователи обретают перспективу изучать редкие коллекции, архивные документы и издания, которые раньше не были доступны более широкому кругу людей.

Приведенные преимущества делают внедрение иммерсивных технологий перспективным для работы в библиотеках, музеях и т.д. Иммерсивные технологии повышают эффективность общественных инициатив, просвещающих культуру и образование.

Существуют как достоинства, так ряд ограничений и недостатков современных иммерсивных технологий: во-первых, высокая стоимость разработки и поддержания оборудования, функционирование этих технологий напрямую зависит от наличия высокоскоростного интернета и значительных вычислительных мощностей; их отсутствие делает их применение невозможным [4].

Вторая серьезная трудность заключается в масштабируемости решений для массового рынка, сложность которой проявляется в создания высококачественных моделей и сцен виртуальной реальности.

Третий аспект – это дискомфорт и физиологические реакции пользователей (головокружение, тошнота), часто спровоцированные задержками между действиями пользователя и откликом системы, что подрывает эффект погружения. К тому же, частые сбои в работе технологий могут негативно сказаться на пользовательском опыте, даже если предварительная настройка была безупречной [5].

Наконец, нельзя обойти стороной этические и правовые аспекты, связанные с конфиденциальностью данных и авторскими правами.

Понимание этих препятствий помогает правильно планировать разработку и внедрение соответствующих решений.

Финансирование также играет одну из важных ролей в создании и внедрении технологий, которые окунают человека в виртуальную реальность. Для успеха в таких

проектах, нужно большое финансирование, чтобы покрыть все расходы, связанные с разработкой и запуском технологий [6].

Для успешного внедрения иммерсивных технологий нужны серьезные капиталовложения, охватывающие следующие ключевые моменты:

Закупка современного технологического оборудования. Включает в себя покупку, аренду аппаратного обеспечения, которое довольно дорого стоит, к примеру: проекторы, сенсоры движения, акустические системы, контроллеры и другое специализированное оборудование.

Разработка иммерсивного контента. Для таких проектов нужны опытные дизайнеры, программисты, художники и в целом хорошие специалисты. Они работают над всеми элементами проекта, погружающим пользователей в эту среду.

Подготовка квалифицированных кадров, подразумевает обучение сотрудников, формирование команды опытных специалистов, обладающих нужными компетенциями в управлении довольно сложной техникой и обслуживании иммерсивных объектов.

Постоянное техническое обслуживание, которое предполагает поддержание работоспособности оборудования, обновление ПО и профилактика работы техники.

Стоимость реализации таких технологий держится в широких пределах, от тысяч до миллионов рублей, в зависимости от масштаба и сложности иммерсивного проекта [7].

На данный момент иммерсивные технологии только начинают формироваться, но уже заметно, насколько сильно они могут модифицировать различные спектры нашей жизни. Есть несколько важных направлений, в которых иммерсивные технологии скорее всего и будут развиваться в дальнейшем.

Расширение спектра применимости. Иммерсивные технологии медлеено, но, верно, внедряются в разные отрасли, начиная от массовых мероприятий и выставок, заканчивая интерактивными каталогами товаров и образовательных платформ.

Трансформация медиа. Классические формы предоставления информации развиваются в настоящие интерактивные платформы, которые позволяют сильнее завлекать пользователей в процесс восприятия контента.

Особенно сильно развитие иммерсивных технологий выражается в будущем их активного внедрения в работу библиотек и культурно-досуговых учреждений [8].

Искусственный интеллект также становится важным инструментом. Библиотеки смогут предлагать уникальные пути изучения, направленные на вкусы и специфику понятия каждого пользователя.

Внедрение дополненной и виртуальной реальности позволят библиотекам продумать увлекательные виртуальные экскурсии по редким книжным изданиям. При их помощи можно воссоздать атмосферу прошлого, перенести пользователей внутрь литературных миров, погрузить в историю [9].

Иммерсивные выставки и мероприятия станут насыщеннее и реалистичнее благодаря тому, что начнут включать в себя множество воздействий на чувства и ощущения человека. Вместе с визуальными и звуковыми составляющими будут и тактильные восприятия, запахи, воссоздание климатических условий, усиливая эмоциональное погружение.

С внедрением иммерсивных технологий, которые погружают в виртуальную реальность, важно не забывать про этику, чтобы технологии были доступны даже людям с ограниченными возможностями. Также необходимо понимать культурные и социальные аспекты [10].

В ближайшее время перед нами откроется эпоха изменений, благодаря активному проникновению иммерсивных технологий почти во все сферы нашей жизни, улучшению человеческого опыта и новым взаимодействием с окружающим нас миром.

Иммерсивные технологии делают библиотеки современными и уникальными, позволяя пользователям погрузиться в виртуальные, цифровыеплощадки. Они делают необычные выставки, интерактивные экскурсии, уроки и многое другое. Такие технологии нуждаются в больших тратах, но, безусловно, приносит большую пользу. Углубляетпознания, культураискусство и история становятся намного доступнее. Определенно

есть и минусы, такие как: высокая стоимость, затруднение в использовании и риски для здоровья. Для успешной реализации технологий нужно детальноепланирование, инвестиции и забота о комфорте и безопасности. Невзирая на тонкие особенности, возможности иммерсивных технологий практически безмерны, они определенно могут улучшить библиотеки и многие другие учреждения [11].

Литература

1. Development of information security system mathematical models by the solutions of the multi-grade diophantine equation systems / V.O. Osipyan [et al.] // In the collection: ACM International Conference Proceeding Series. Proceedings of the 12th International Conference on Security of Information and Networks, SIN 2019. – 2019. – 3357624 p.
2. Институт наследия им. Д.С. Лихачёва. Цифровизация культурного наследия: методические подходы к учёту, оцифровке и репрезентации. – М. : Институт наследия, 2022.
3. Перфилова Е.Р. Информационные технологии в музее: внедрение vr, ar и 3D технологий в современную музейную среду / Е.Р. Перфилова, Р.Х. Багдасарян // Культура и время перемен. – 2021. – № 4(35).
4. К вопросу организация хранения данных в мобильном приложении / В.А. Атрощенко [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2014. – № 1. – С. 189–197.
5. К вопросу оценки достоверности информации для предотвращения mitm-атаки при передаче закрытой информации по открытым каналам связи / В.А. Атрощенко [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3. – 82 с.
6. К вопросу повышения надежности систем сбора и хранения хронологических данных / В.Н. Лаптев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 101. – С. 2412–2426.
7. К вопросу разработки алгоритма передачи закрытых данных по открытым сетям между мобильным устройством и распределенными серверами / В.А. Атрощенко [и др.] // В сборнике: III Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 52-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. Филиал Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ООО «Издательский Дом – Юг». – 2013. – С. 327–331.
8. Министерство культуры Российской Федерации. Стратегия цифровой трансформации отрасли культуры Российской Федерации до 2030 года. – М. : Министерство культуры РФ. – 2021.
9. Пахомова Н.В. Искусственный интеллект в музейной практике: перспективы и риски // Вопросы музеологии. – 2023. – № 2. – С. 15–32.
10. Современное состояние и роль искусственного интеллекта в сфере туризма / Р.Х. Багдасарян, М.А. Решетова // Культура и время перемен. – 2022. – № 2(37).
11. Токарева Е.А. Нематериальное культурное наследие и цифровые платформы: проблемы доступа и культурной автономии // Культурная политика и менеджмент. – 2023. – № 4. – С. 41–58.

References

1. Development of information security system mathematical models by the solutions of the multi-grade diophantine equation systems / V.O. Osipyan [et al.] // In the collection: ACM International Conference Proceeding Series. Proceedings of the 12th International Conference on Security of Information and Networks, SIN 2019. – 2019. – 3357624 p.
2. D.S. Likhachev Institute of Heritage. Digitalization of Cultural Heritage: Methodological Approaches to Accounting, Digitization, and Representation. – M. : Institute of Heritage. – 2022.
3. Information Technologies in the Museum: Implementation of VR, AR, and 3D Technologies in the Modern Museum Environment / E.R. Perfilova, R.Kh. Bagdasaryan // Culture and Time of Change. – 2021. – № 4(35).
4. On the issue of organizing data storage in a mobile application / V.A. Atroshchenko [et al.] // Electronic network polythematic journal «Scientific Proceedings of KubSTU». – 2014. – № 1. – P. 189–197.
5. On the issue of assessing the reliability of information to prevent mitm-attacks when transmitting confidential information over open communication channels / V.A. Atroshchenko [et al.] // Modern Problems of Science and Education. – 2013. – № 3. – 82 p.

6. On the issue of improving the reliability of systems for collecting and storing chronological data / V.N. Laptev [et al.] // Politematic Network Electronic Scientific Journal of the Kuban State Agrarian University. – 2014. – № 101. – P. 2412–2426.
7. On the development of an algorithm for transmitting private data over open networks between a mobile device and distributed servers / V.A. Atroshchenko [et al.] // In the collection: III International Scientific and Practical Conference of Young Scientists Dedicated to the 52nd Anniversary of Yuri Gagarin's Flight into Space. Collection of Scientific Articles. Branch of the Military Educational and Scientific Center of the Air Force «Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin», Publishing House «Yug» LLC. – 2013. – P. 327–331.
8. Ministry of Culture of the Russian Federation. Strategy for the Digital Transformation of the Russian Federation's Cultural Sector until 2030. M. : Ministry of Culture of the Russian Federation, 2021.
9. Pakhomova N.V. Artificial Intelligence in Museum Practice: Prospects and Risks // Voprosy Museologii. – 2023. – № 2. – P. 15–32.
10. The current state and role of artificial intelligence in the tourism industry / R.Kh. Bagdasaryan, M.A. Reshetova // Culture and Time of Changes. – 2022. – № 2(37).
11. Tokareva E.A. Intangible Cultural Heritage and Digital Platforms: Access Issues and Cultural Autonomy // Cultural Policy and Management. – 2023. – № 4. – P. 41–58.

УДК 691.332

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХКОМПОНЕНТОВ ЗА СЧЕТ ЭФФЕКТОВ КАВИТАЦИИ И ЭФФЕКТА РЕБИНДЕРА

♦♦♦♦♦

ON THE ISSUE OF INCREASING THE EFFICIENCY OF GRINDING MINERAL COMPONENTS DUE TO THE EFFECTS OF CAVITATION AND THE REBINDER EFFECT

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

Шамраев Павел Петрович
преподаватель-исследователь,
Кубанский государственный технологический университет
89189236426@mail.ru

Белов Филипп Александрович
преподаватель-исследователь,
Кубанский государственный технологический университет
belov_filip@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены способы повышения эффективности измельчения минеральных компонентов. Показано, что традиционный сухой помол теряет эффективность при высоких значениях тонкости. Альтернативой выступают кавитационная обработка в воде, позволяющая достичь удельной поверхности до 1700 м²/кг, и использование эффекта Ребиндера за счет поверхностно-активных веществ (ПАВ). Описаны механизмы действия неионогенных и анионных ПАВ, их преимущества и ограничения. Приведены данные отечественных интенсификаторов помола. Обоснована необходимость дальнейших исследований с учетом комплексного влияния технологических и физико-химических факторов.

Ключевые слова: измельчение, эффект Ребиндера, кавитация, поверхностно-активные вещества (ПАВ), цемент, интенсификаторы помола.

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

Shamraev Pavel Petrovich
Teacher-researcher,
Kuban State Technological University
89189236426@mail.ru

Belov Philip Alexandrovich
Teacher-researcher,
Kuban State Technological University
belov_filip@mail.ru

Annotation. The article discusses ways to increase the efficiency of grinding mineral components. It is shown that traditional dry grinding loses its effectiveness at high fineness values. An alternative is cavitation treatment in water, which makes it possible to achieve a specific surface area of up to 1700 m^2/kg, and the use of a Rebinder effect due to surfactants. The mechanisms of action of nonionic and anionic surfactants, their advantages and limitations are described. The data of domestic grinding intensifiers are presented. The necessity of further research is justified, taking into account the complex influence of technological and physicochemical factors.

Keywords: grinding, Rebinder effect, cavitation, surface-active substances (surfactants), cement, grinding intensifiers.

В современной технологии бетонов и минеральных вяжущих веществ часто возникает необходимость в измельчении минеральных компонентов. Увеличение удельной поверхности вступающих в реакцию веществ интенсифицирует скорость и полноту протекания физико-химических реакций, позволяет полнее использовать гидратационный ресурс вяжущего или активных минеральных добавок и т.д.

Согласно теории академика П.А. Ребиндера на измельчение материала затрачивается энергия, равная сумме работы деформации твёрдого тела и работы образования новых поверхностей. При этом работа измельчения увеличивается пропорционально как объёму измельчаемого материала, так и величине образовавшейся поверхности. Поэтому с уменьшением конечного размера частиц расход энергии резко возрастает, что требует прогрессивно увеличивать расходуемую энергию на получение дополнительной площади поверхности. Так, в исследовании [1] показано, что при сухом помоле кварцитопесчаника при прочих равных условиях скорость прироста удельной поверхности в интервале от 545 до 748 $м^2$/кг составляет 406 $м^2$/кг·ч, а в интервале от 1075 до 1100 $м^2$/кг замедляется в 8 раз и составляет 50 $м^2$/кг·ч.

Частично проблема снижения эффективности процесса измельчения может быть решена за счет использования эффектов кавитации в воде, когда дополнительное измельчение инертных минеральных компонентов проводится в гидродинамических и/или ультразвуковых диспергаторах [2–4]. Ранее авторами было показано [5], что обработка в течение 4 минут водной суспензии вспученного перлита в кавитаторе роторно-пульсационного типа («GD» в таблице 1) позволила получить материал с удельной поверхностью 1503 м^2/кг, а дополнительня обработка его в ультразвуковом диспергаторе («УЗ» в табл. 1) с использованием магнитострикционного титанового волновода в течение 4 минут позволила увеличить удельную поверхность до 1700 м^2/кг (табл. 1), что значительно превышает эффективность сухого помола по темпу прироста удельной поверхности в области высоких ее значений.

Таблица 1 – Удельная поверхность и средний размер частиц перлита до и после активации

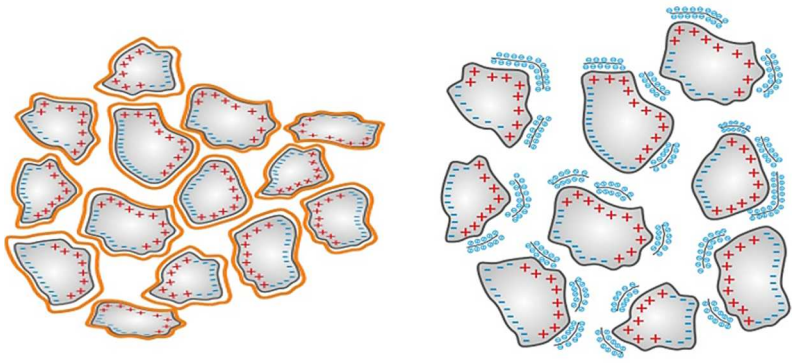
Стадия активация	Исходный материал	1	2	3
Тип кавитатора	–	GD	GD	УЗ
Время обработки, мин	–	3	1	4
Кол-во оборотов, об/сек	–	23	35	–
Мощность волновода, Вт	–	–	–	616
Удельная поверхность, м^2/кг	18	–	1503	1700
Средний размер частиц, мкм	125	–	1,5	1,3

Вместе с тем, измельчение в водной среде с избытком воды не применимо в технологии получения сухих минеральных вяжущих веществ, каким является портландцемент. В этом случае необходимо повышать эффективность измельчения в сухом виде.

Работами академика П.А. Ребиндера был раскрыт механизм понижения прочности, это явление получило название «эффект Ребиндера». Эффект Ребиндера заключается в том, что добавляемые в незначительном количестве вещества, будь то порошки или жидкости, адсорбируются в местах дефектов кристаллической решётки твёрдых тел, например, в микротрещинах. Адсорбция веществ-добавок, с одной стороны, вызывает снижение поверхностной энергии, чем облегчается диспергирование, с другой стороны, приводит к возникновению сил взаимного электростатического отталкивания адсорбционных слоев, расположенных на противоположных стенках микротрещин. В связи с этим появляется расклинивающий эффект, усиливающий разрушающее действие мелящих тел. В результате такого расклинивающего эффекта значительно снижаются внешние энергетические затраты на процесс измельчения. Положительная роль добавок состоит и в том, что их адсорбционные слои препятствуют слипанию вновь образовавшихся частиц, это особенно важно для веществ, к агрегации.

В современной технической отечественной и зарубежной литературе мало сведений о поверхностно-активных веществах, применяемых в качестве интенсификаторов помола минеральных компонентов и добавок в цементы. Общая классификация таких химических веществ и соединений, применяемых в качестве технологических добавок, представлена в [3]. В своей классификации авторы выделили три группы химических соединений: аминовую, гликолевую и ПАВ. При этом наиболее эффективны следующие группы ПАВ: неионогенные и анионные ПАВ. К неионогенным ПАВ относятся следующие химические соединения: этаноламины, изопропаноламины, алканоламины, алкиламины, этиленгликоли, пропиленгликоли, многоатомные спирты). К анионным ПАВ относятся: лигносульфонаты (ЛСТ), нафталин-формальдегид сульфонат натрия (НФС), меламин-формальдегид сульфонат натрия (МФС), эфиры поликарбоксилатов.

Наибольшее распространение в процессе помола минеральных компонентов нашли все-таки неоиногенные ПАВ. Определяющим свойством неионогенных ПАВ применительно к интенсификации является то, что молекулы таких соединений способны адсорбироваться на поверхностях тел, образуя тончайшие поверхностные слои (рис. 1). Это явление называется сферическим капсулированием (обволакиванием). Сферическое капсулирование резко снижает электростатическое притяжение разнополярных частей зерен цемента. При этом толщина адсорбированного слоя ПАВ относительно размера цементного зерна пренебрежительно мала. Их соотношение можно сравнить как соотношение толщины бумажной салфетки и высоты многоэтажного дома.



а б

Рисунок 1 – Схема действия неионогенных ПАВ
на сегрегационную устойчивость цементных зерен: а) до введения ПАВ; б) после введения ПАВ

Также неионогенные ПАВ, применительно к интенсификации обладают расклинивающим эффектом, о чем говорилось выше (рис. 2).

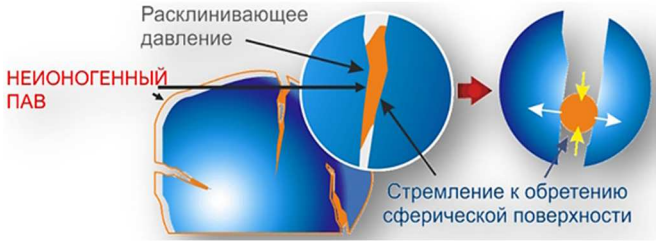


Рисунок 2 – Схема расклинивающего действия неионогенных ПАВ

Еще один результат обволакивания (капсулирования) неионогенными ПАВ – снижение трения между частицами порошка. Суть явления состоит в том, что капсулирование адсорбционными слоями ПАВ не только снижает контактную электризацию материала и оказывает расклинивающее действие, но и снижают трение между зернами. Это способствует снижению энергии, затраченной на преодоление трения и, косвенно, увеличению насыпной массы порошка.

Важным и определяющим свойством неионогенных ПАВ является их водорастворимость. Это особенно важно при интенсификации помола цемента, поскольку не влияет заметных образом на параметры гидратации при его использовании вдальнейшем.

Анионные ПАВ были разработаны для пластификации бетонов и строительных растворов. Но принцип интенсификации у этих соединений существенно отличается от принципа действия неионогенных ПАВ. В отличие от неионогенных ПАВ, полимеры не могут создать замкнутую поверхностную оболочку, а адсорбируются только локально. Физический принцип интенсификации помола при такой адсорбции заключается в электростатическом и стерическом расталкивании зерен цемента. Эффективность применения анионных ПАВ для интенсификации помола достаточно высокая. Однако, у этих химических соединений есть свои особенности:

1. Из-за того, анионные ПАВ адсорбируются локально только на минералы с положительным зарядом, у этих соединений отсутствует расклинивающее действие. Поэтому эффективность интенсификации у этих полимеров ниже, чем у неионогенных ПАВ.

2. Анионные ПАВ устойчивы к механической деструкции при изготовлении бетонов и растворов. Поэтому, при приготовлении бетона они либо вступают в синергетическое взаимодействие с пластификаторами бетона, либо конфликтуют с ними. Что может приводить к расслоению и повышенному водоотделению на поверхности бетонной смеси.

3. Полимеры (анионные ПАВ) в первую очередь адсорбируется на гипсе, т.к. гипс имеет высокий катионный заряд. Из-за того, что полимеры устойчивы к деструкции в бетонах, то при затворении водой, гипс частично выводится из реологии и нарушается прогнозируемая сохраняемость бетонной смеси.

Приведенные особенности поведения анионных ПАВ необходимо учитывать при использовании их в качестве интенсификаторов помола цемента.

Отечественная промышленность выпускает на сегодняшний день интенсификаторы помола (ООО «Синтез-Ока», ООО «Полипласт Новомосковск», СТК-Стандарт Хидетал). Так, компания ООО «Синтез ОКА» применяет довольно широкий ассортимент химических соединения для производства интенсификаторов помола. Из группы неионогенных ПАВ это триэтаноламин (ТЭА), диэтаноламин (ДЭА), метилдиэтаноламин (МДЭА), диметилэтаноламин (ДМЭА), триизопропаноламин (ТИПА), этиленгликоль, диэтиленгликоль, триэтиленгликоль и т.д. Из группы анионных ПАВ это глицерин, эфиры поликарбоксилатов и т.д. Также применяется большое количестве других неорганических соединений, например таких как тиосульфат натрия, тиоцианат натрия, меласса и т.д. Эффективность некоторых основ приведена на рисунках 3 и 4.

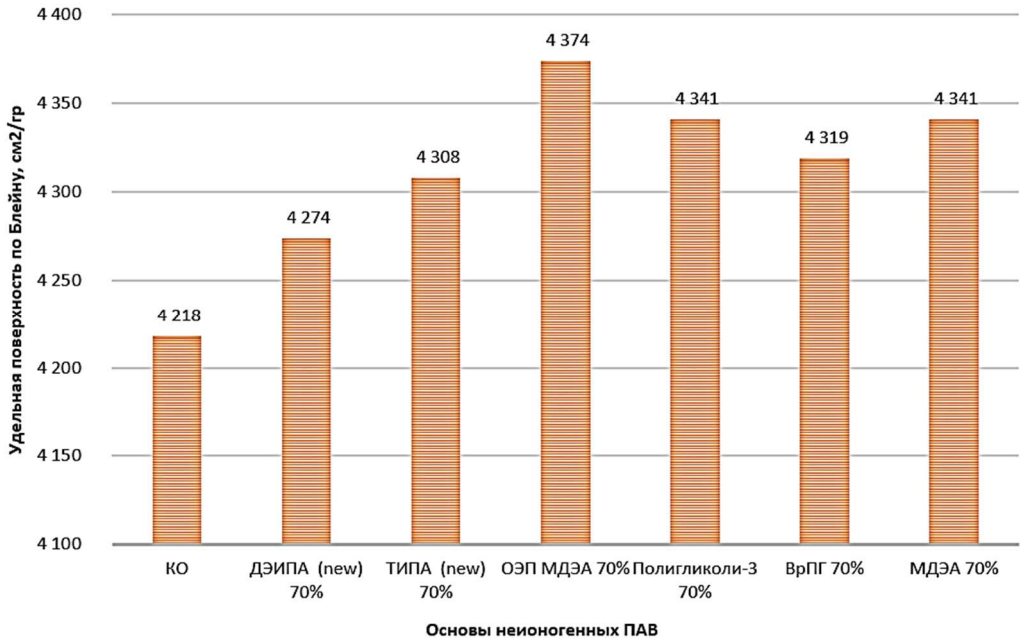


Рисунок 3 – Влияние различных ПАВ на получаемую удельную поверхность цемента

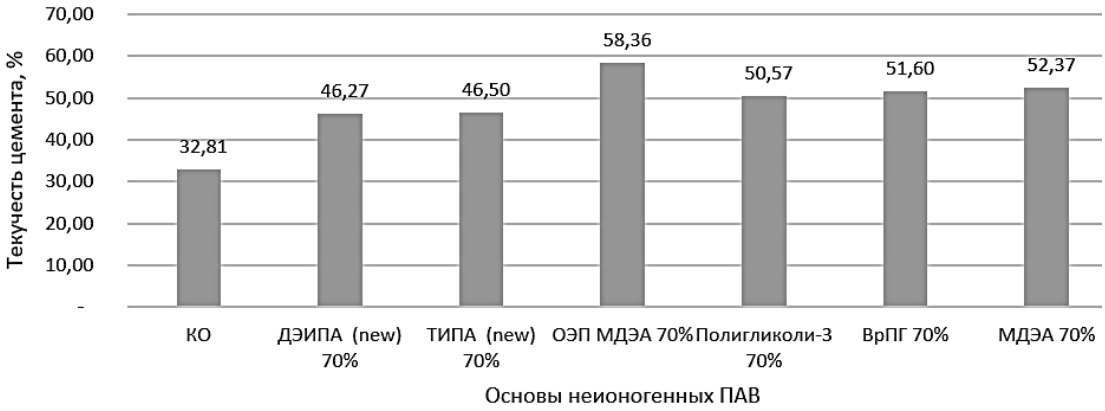


Рисунок 4 – Влияние различных ПАВ текучесть цемента

Цементное зерно состоит из большого количества минералов (анионные и катионные), которые в свою очередь имеют свой заряд. И в процессе измельчения, структура зерна постоянно изменяется по потенциалу и по заряду энергии. Кроме того, на эффективность процесса помола влияет большое количество прочих факторов: минералогия измельчаемого материала и его ионная природа, фазовое и объемное распределение различных минералов в составе клинкера, метод измельчения, конструкция мельницы, форма мелющих тел и бронефутеровки, загрузка этих мелющих тел в мельнице, влажность воздуха и температура материала в камере помола, вид органических и неорганических соединений применяемых в качестве интенсификаторов. При

этом, во время процесса помола происходит изменение минералогии и фазового состава (смешивание с гипсом и другими минеральными добавками), температура сырья увеличивается, появляются новообразованные кристаллические решетки и т.д.

С учетом комплексности проблемы, несмотря на существующие достижения отечественной промышленности, продолжение исследований в этой области являются актуальной задачей.

Литература

1. Тонкомолотый отсев дробления кварцитопесчаника в фибробетонной смеси для 3D-печати / Е.С. Шорстова [и др.] // Региональная архитектура и строительство. – 2023. – № 3(56). – С. 69–76. DOI 10.54734/20722958_2023_3_69
2. Гусев Б.В. Исследование эффективности использования кавитационной технологии для измельчения минеральных добавок / Б.В. Гусев, И.Г. Джагарян, Д.И. Оленич // Инновации и инвестиции. – 2019. – № 4. – С. 297–300.
3. Гусев Б.В. Свойства бетона с использованием поликарбоксилатных добавок при кавитационной обработке / Б.В. Гусев, Д.И. Оленич, И.Г. Джагарян // Инновации и инвестиции. – 2019. – № 3. – С. 239–242.
4. Удодов С.А. Особенности режимов механоактивации в роторно-пульсационных аппаратах / С.А. Удодов, Г.Ю. Чариков // Современные инженерные проблемы ключевых отраслей промышленности. Современные задачи инженерных наук. Сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума и III Международного Косыгинского Форума, Москва, 20–21 октября 2021 года. – М. : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», 2021. – Т. 2. – С. 6–9.
5. Роль кавитационно активированного перлита в составе фосфогипсовых смесей для строительной 3D-печати / С.А. Удодов [и др.] // Современные бетоны и технологии: проблемы, решения, перспективы: Материалы III Международной научно-практической конференции, Краснодар, 15–16 октября 2025 года. – Краснодар : ООО Издательский Дом – Юг, 2025. – С. 78–82.

References

1. Fine-ground screening of quartzite sandstone crushing in a fiber-reinforced concrete mixture for 3D printing / E.S. Shorstova [et al.] // Regional architecture and construction. – 2023. – № 3(56). – P. 69–76. DOI 10.54734/20722958_2023_3_69
2. Gusev B.V. Investigation of the effectiveness of using cavitation technology for grinding mineral additives / B.V. Gusev, I.G. Dzhagaryan, D.I. Olenich // Innovations and investments. – 2019. – No. 4. – P. 297–300.
3. Gusev B.V. Properties of concrete using polycarboxylate additives during cavitation treatment / B.V. Gusev, D.I. Olenich, I.G. Dzhagaryan // Innovation and investment. – 2019. – № 3. – P. 239–242.
4. Udodov S.A. Features of mechanical activation modes in rotary pulsation devices / S.A. Udodov, G.Yu. Charikov // Modern engineering problems of key industries. Modern tasks of Engineering Sciences. Collection of scientific papers of the International Scientific and Technical Symposium and the III International Sochi Forum, Moscow, October 20-21, 2021. –M. : Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «A.N. Kosygin Russian State University (Technologies. Design. Art)», 2021. – Vol. 2. – P. 6–9.
5. The role of cavitationally activated perlite in phosphogypsum mixtures for 3D construction printing / S.A. Udodov [et al.] // Modern concretes and technologies: problems, solutions, prospects : Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference, Krasnodar, October 15–16, 2025. – Krasnodar : Publishing House – Yug, LLC, 2025. – P. 78–82.

УДК 656.073

РОБОТИЗАЦИЯ КОНТЕЙНЕРНЫХ ТЕРМИНАЛОВ: БУДУЩЕЕ ПОРТОВОЙ ЛОГИСТИКИ

♦♦♦♦♦

ROBOTIZATION OF CONTAINER TERMINALS: THE FUTURE OF PORT LOGISTICS

Чумак А.А.
Кубанский государственный технологический университет

Коновалова Т.В.
Кубанский государственный технологический университет

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

Аннотация. Мировая контейнерная логистика переживает масштабную трансформацию. Рост объёмов перевозок, дефицит рабочей силы, требования к безопасности и скорости обработки грузов делают роботизацию контейнерных терминалов не просто трендом, а необходимостью. Современные порты постепенно превращаются в высокотехнологичные логистические хабы, где ключевую роль играют автоматизированные краны, беспилотные транспортные средства и интеллектуальные системы управления.

Ключевые слова: контейнерная логистика, современные порты, роботизация, автоматизация, контейнерный терминал.

Chumak A.A.
Kuban State Technological University

Konovalova T.V.
Kuban State Technological University

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

Annotation. Global container logistics is undergoing a major transformation. Growing shipping volumes, labor shortages, and demands for safety and speed of cargo handling make the robotization of container terminals not just a trend, but a necessity. Modern ports are gradually transforming into high-tech logistics hubs, where automated cranes, unmanned vehicles, and intelligent control systems play a key role.

Keywords: container logistics, modern ports, robotization, automation, container terminal.

Роботизация – это замена ручных и полуавтоматических операций автономными системами, управляемыми программным обеспечением. Роботизация контейнерных терминалов – это ключевой ответ логистики на рост мировой торговли. Она позволяет обрабатывать растущие объемы контейнеров быстрее, безопаснее и экономичнее. Основой этой трансформации выступает интеллектуальное управление. В связи с увеличением потребности в контейнерных перевозках заметно растет и потребность в автоматизации работы терминалов, которые перестают справляться с растущими объемами. Мировая тенденция на контейнеризацию перевозок демонстрирует устойчивый рост. Это в том числе подтверждает статистика, публикуемая ОАО «РЖД». В частности, если говорить про Россию, только за последние пять лет рост перевозок контейнеров составил более чем 38 %, и, по прогнозу, уже в 2025 году эта цифра превысит 8 миллионов TEU. И в последующие 10 лет, по мнению аналитиков, рост также будет продолжаться [1] [2].

Эти цифры свидетельствуют о том, что владельцам контейнерных и портовых терминалов необходимо как развивать существующую инфраструктуру, так и заниматься строительством новой, чтобы иметь возможность эффективно обрабатывать все возрастающие объемы грузопотоков. Соответственно, как никогда актуальным становится вопрос внедрения современных систем управления для терминалов [2].

Ядро системы: TOS (Terminal Operating System) – это «мозг» терминала – комплекс программ, который в реальном времени управляет всеми процессами: от планирования и учета до контроля за движением каждой единицы техники и контейнера. Именно TOS оптимизирует маршруты, минимизирует «раскопки» (непроизводительную перестановку контейнеров) и дирижирует работой роботизированного оборудования.

Операционная система КТ направлена на повышение КПД предприятия. Внедрение комплекса улучшает ситуацию в имеющемся пункте. Он признан рациональным решением для предприятий, связанных с морскими портами или железными дорогами. [1] [3].

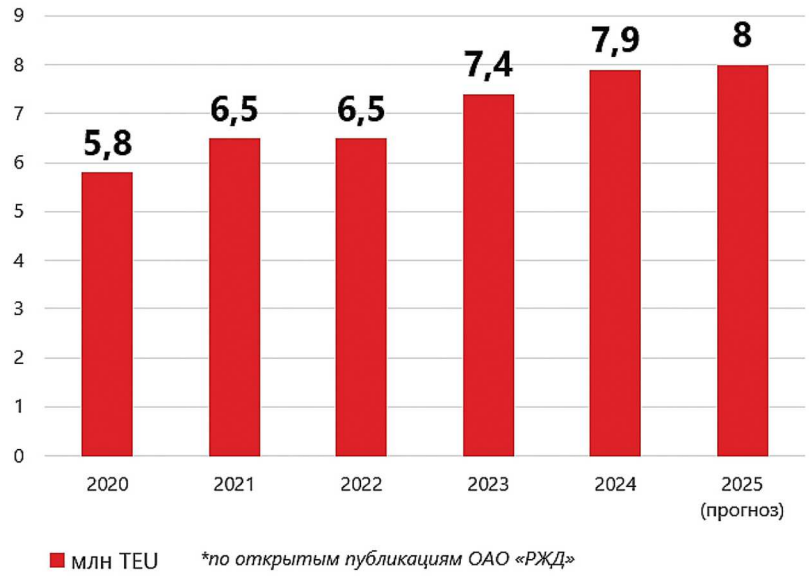


Рисунок 1 – Прогноз роста перевозок контейнеров в России

TOS влияет на рабочую часть контейнерных терминалов:

- управляет транспортом;
- следит за перемещением контейнеров на складах;
- оценивает работу персонала, отслеживая действия рабочих;
- управляет погрузочной техникой.

Помимо контроля техники пункта погрузки, комплекс программ способен систематизировать контейнеры, делить на группы и хранить данные о каждом из них. К другим функциям относятся:

- ведение справочника;
- формирование отчетности;
- управление всеми операциями, непосредственно взаимодействующими с контейнером;
- контроль телекоммуникационных услуг (биллинг);
- ведение документации и сбор аналитических данных (3).

Типы контейнеров и обработка 40-футового примера

Морской контейнер – несамоходное транспортное оборудование, стандартизированное по размерам – габаритным и присоединительным, – брутто, прочности. Предназначено для многократного использования. Используется при перевозках различными видами транспорта, в том числе мультимодальных без перетарки груза, а также хранения товара или личных вещей. Модули оснащены специальными приспособлениями, обеспечивающими удобство разгрузки-выгрузки изделия и его надежное крепление на транспортном средстве.

Единая система маркировки контейнеров, принципы которой отображены в стандарте ISO 6346:1995, позволяет не только правильно выбрать оптимальный модуль для транспортировки конкретного груза, но и проследить его путь с использованием онлайн-сервисов.

Основная система идентификации (код BIC)

Это главный набор символов, обычно расположенный в одну строку на двери контейнера. Он состоит из 11 символов и выглядит так: ABCD 123456 7.

Первые три буквы (ABC) – уникальный код владельца (оператора), зарегистрированный в Международном бюро по контейнерам (BIC).

Четвертая буква (D) – категория оборудования:

- U – стандартный грузовой контейнер;
- J – съемное оборудование (например, отдельная цистерна);
- Z – трейлер или шасси;
- R – рефрижераторный контейнер.

Шесть цифр (123456) – серийный номер контейнера. Если номер короче, его дополняют нулями спереди.

Последняя цифра (7) – контрольное число. Это ключ проверки достоверности всего кода. Рассчитывается по специальному алгоритму. Если при проверке (существуют онлайн-калькуляторы) результат не совпадает с этой цифрой, код считается недействительным.

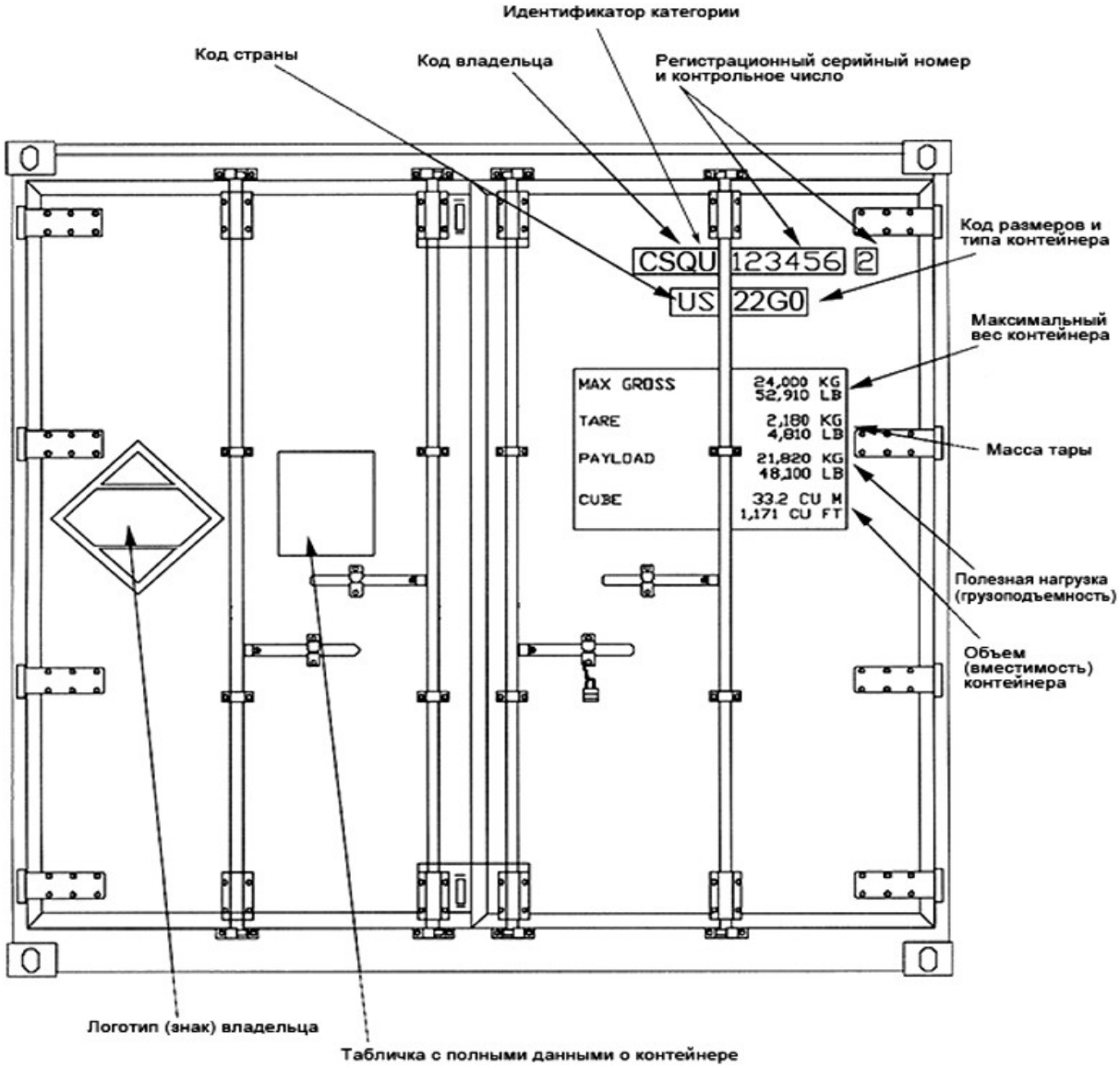


Рисунок 2 – Расшифровка маркировки на грузовых морских контейнерах [4]

Типы контейнеров обозначается двухбуквенным групповым кодом и уточняющей цифрой. Вот основные из них:

Стандартные (универсальные)

- GP/DC – сухой контейнер общего назначения;
- HC (High Cube) – контейнер с увеличенной на 1 фут высотой.

Специализированные

- RE/RT/RS – рефрижераторный контейнер;
- TN/TD/TG – танк-контейнер (цистерна);
- OT/UT – контейнер с открытым верхом.

BU/BK – контейнер для сыпучих грузов.

Пример кода типа: G1 – контейнер общего назначения с естественной вентиляцией (4) (5).

Пример: Роботизированная обработка 40-футового контейнера. 40-футовый контейнер = 2 TEU. Рассмотрим его путь на частично автоматизированном терминале:

Габариты и вес: Длина ~12.2 м, вес (брутто) до 30.48 тонн.

1. Прием у ворот: Грузовик проходит через автоматические ворота с OCR-камерами. Система за доли секунды считывает номера контейнера и авто, сверяет данные с TOS и выдает водителю электронный пропуск с указанием точки назначения. [6].

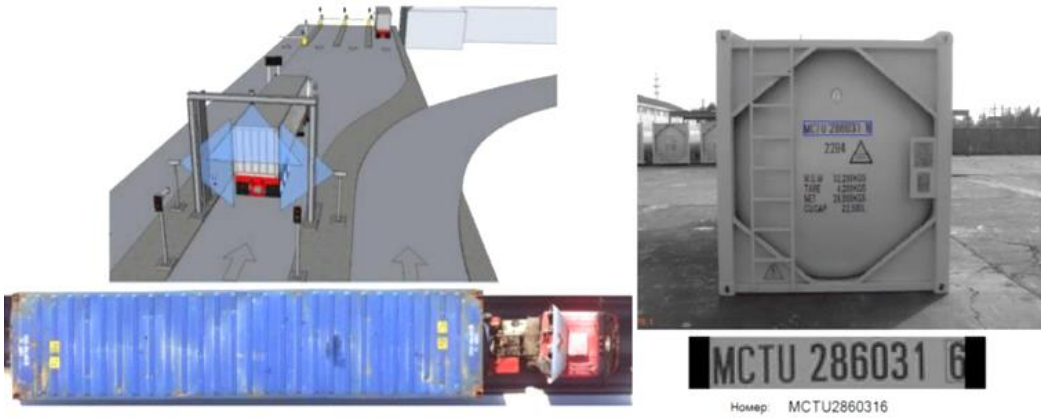


Рисунок 3.1 – Распознавание номера контейнера на въездных воротах



Рисунок 3.2 – Распознавание номера фитинговой платформы

2. Взвешивание и планирование: Встроенные весы фиксируют массу. TOS на основе алгоритмов мгновенно рассчитывает для него оптимальную позицию на складе, учитывая вес, тип, срок вывоза, чтобы минимизировать будущие «раскопки» [6].

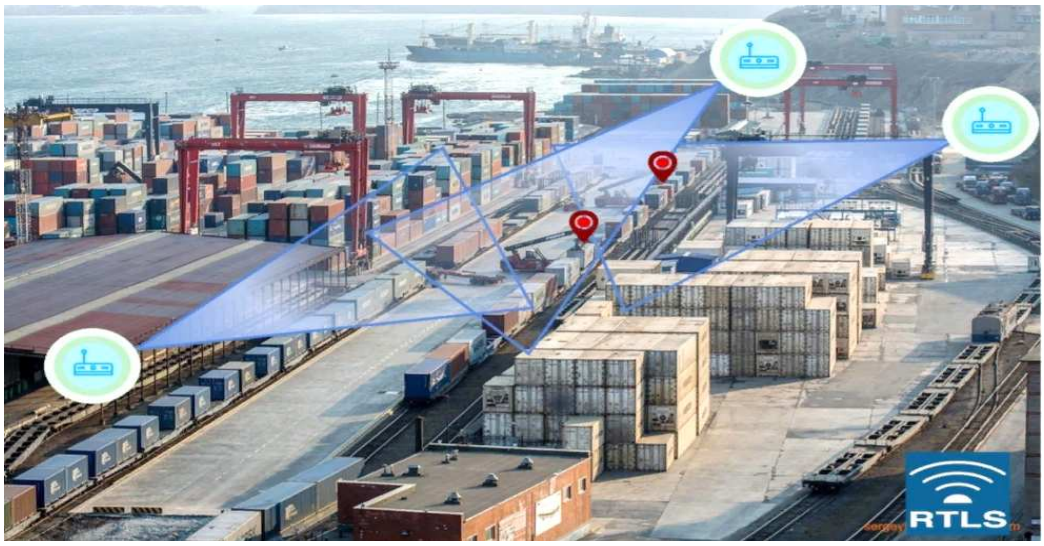


Рисунок 3.3 – Использование RTLS-системы
для определения текущих координат ПРМ на контейнерном терминале

3. Транспортировка и штабелирование: Контейнер забирает автономный электрокар (AGV) или ричстакер с дистанционным управлением. В зоне хранения автоматизированный козловой кран (ARMG) получает из TOS координаты и точно устанавливает контейнер в назначенную ячейку, часто в несколько ярусов в высоту [3].



Рисунок 3.4 – Контейнер забирает автономный электрокар (AGV)

4. Извлечение и отгрузка: Когда приходит судно или грузовик для загрузки, TOS формирует оптимальный план работ. Кран автоматически извлекает нужный контейнер (возможно, с предварительной перестановкой верхних), после чего AGV доставляет его к причалу или выездным воротам.

Благодаря такой автоматизации один автоматизированный кран может выполнять до 30–40 операций (погрузка/разгрузка) в час, а терминалы-лидеры, как в Шанхае, обрабатывают десятки миллионов TEU в год [3] [7].



Рисунок 3.5 – TOS формирует оптимальный план работ

Входящий и исходящий поток: схема работы

Работа терминала — это непрерывный процесс управления двумя встречными потоками. Следующая схема иллюстрирует, как автоматизация интегрирует их в единый цикл.

Как это работает:

1. Входящий поток (Импорт): Контейнер прибывает морем или землей → Регистрация на воротах (OCR) → Взвешивание и планирование в TOS → Транспортировка AGV → Складирование в зоне хранения автоматическим краном (ARMG) → Ожидание заказа на выдачу.

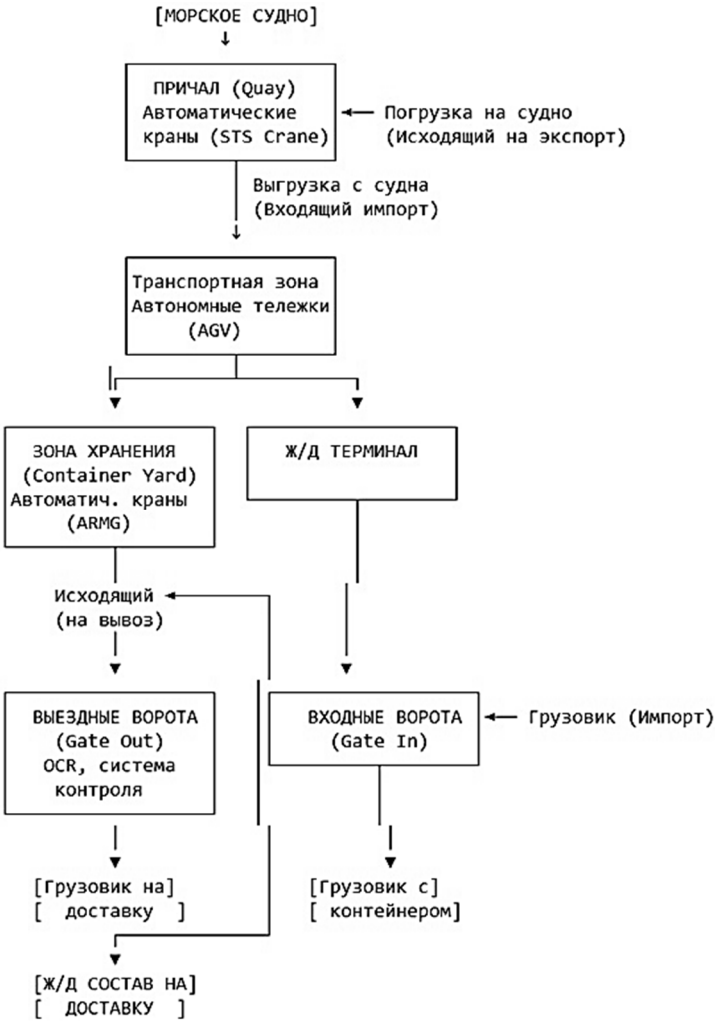
2. Исходящий поток (Экспорт): Поступление заказа из TOS → Автоматический кран (ARMG) извлекает контейнер из зоны хранения → Транспортировка AGV к причалу или ж/д рампе → Погрузка на судно/поезд автоматическим краном (STS/RMG) → Фиксация отгрузки в системе [5] [6].

Схема грузопотоков на автоматизированном контейнерном терминале приведена ниже.

Рынок и перспективы

Рынок автоматизированных терминалов быстро растет: с $11.3 млрд в 2025 году до прогнозируемых $22.4 млрд к 2035. Лидер – Азиатско-Тихоокеанский регион, где находятся передовые порты вроде Шанхая [2].

Схема грузопотоков на автоматизированном контейнерном терминале



Главные выгоды:

- Эффективность и скорость: Круглосуточная работа, сокращение времени обработки.
- Безопасность: Снижение аварий за счет минимизации ручного труда в опасных зонах.
- Снижение затрат: Оптимизация использования ресурсов и техники.
- Точность: Практически полное исключение ошибок учета [4].

Основные вызовы:

- Высокие капитальные затраты на оборудование и ПО.

Сложность интеграции с существующей инфраструктурой.

- Потребность в новых кадрах для обслуживания высокотехнологичных систем.

Тренд будущего – переход от частичной к полной автоматизации и внедрение AI для предиктивной аналитики. Появляются инновационные концепции, например, вертикальные автоматизированные склады (HRL), которые радикально экономят пространство порта.

Если вас интересуют особенности интеграции конкретного типа оборудования (например, AGV или систем распознавания) или детали архитектуры ПО TOS, я могу рассказать об этом подробнее [1] [3].

Таким образом, роботизация контейнерных терминалов представляет собой не просто модернизацию оборудования, а глубокую технологическую трансформацию всей логистической отрасли. Внедрение интеллектуальных систем управления (TOS),

автономной техники (AGV, ARMG) и технологий компьютерного зрения создает принципиально новую среду – «цифровой терминал», где потоки грузов управляются алгоритмами в режиме реального времени. Это ведет к кардинальному повышению пропускной способности, точности и безопасности операций, что является прямым ответом на вызовы растущего объема мировой торговли. Будущее отрасли видится в переходе от автоматизированных «островков» к созданию полностью автономных логистических хабов, где решения на основе искусственного интеллекта и предиктивной аналитики будут минимизировать влияние человеческого фактора и внешних рисков, обеспечивая бесперебойность глобальных цепей.

Литература

1. Размер рынка автоматических контейнерных терминалов. – URL : https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/automated-container-terminal-market
2. Автоматизированное управление логистикой контейнерного терминала. – URL : https://morvesti.ru/analitika/1685/119093
3. TOS: Управление и автоматизация контейнерных терминалов. – URL : https://itscan.ru/infoblog/tos-upravlenie-i-avtomatizaciya-konteynernyh-terminalov
4. Идентификация и маркировка контейнеров. – URL : https://1terminal.ru/articles/ident_i_mark_cont
5. Маркировка морских контейеров. – URL : https://atkterminal.ru/poleznaya-informaciya/markirovka-morskikh-konteynerov
6. Модернизация контейнерных терминалов. – URL : https://studfile.net/preview/16532487/page:3
7. Обзор рынков автоматизированных контейнерных терминалов. – URL : https://www.researchnester.com/ru/reports/automated-container-terminal-market/5281

References

1. Automated Container Terminal Market Size. – URL : https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/automated-container-terminal-market
2. Automated Container Terminal Logistics Management. – URL : https://morvesti.ru/analitika/1685/119093
3. TOS: Container Terminal Management and Automation. – URL : https://itscan.ru/infoblog/tos-upravlenie-i-avtomatizaciya-konteynernyh-terminalov
4. Container Identification and Marking. – URL : https://1terminal.ru/articles/ident_i_mark_cont
5. Sea Container Marking. – URL : https://atkterminal.ru/poleznaya-informaciya/markirovka-morskikh-konteynerov/
6. Container Terminal Modernization. – URL : https://studfile.net/preview/16532487/page:3
7. Automated Container Terminal Market Review. – URL : https://www.researchnester.com/ru/reports/automated-container-terminal-market/5281

УДК 628.1

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТОЧНЫХ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЕЙ ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНОЙ МОЩНОСТИ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

♦♦♦♦♦

IMPROVING THE EFFICIENCY OF INSTANTANEOUS WATER HEATERS BY OPTIMIZING THE DISTRIBUTION OF THE SPECIFIC POWER OF HEATING ELEMENTS

Шелехов Игорь Юрьевич
кандидат технических наук,
доцент ВАК,
доцент кафедры городское строительство и хозяйство
promteplo@yandex.ru

Пиксаев Дмитрий Алексеевич
Аспирант,
Иркутский национальный исследовательский технический университет
Dpiksaev112@mail.ru

Рагозин Александр Михайлович
магистрант,
Иркутский национальный исследовательский технический университет
amragoz@mail.ru

Сахаровская Алиса Максимовна
магистрант,
Иркутский национальный исследовательский технический университет
asaxarovskaya@list.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию причин снижения эффективности проточных водонагревателей и экспериментальной проверке метода борьбы с накипью путем применения нагревательных элементов с неравномерной удельной мощностью. Результаты эксперимента демонстрируют значительное преимущество предложенного технического решения по сравнению со штатными нагревателями, выражающееся в сохранении высокого коэффициента полезного действия в условиях интенсивной эксплуатации.

Ключевые слова: водоснабжение, проточный водонагреватель, эффективность, неравномерная удельная мощность.

Shelekhov Igor Yuryevich
Candidate of Technical Sciences
Associate Professor
of the Higher Attestation Commission,
Associate Professor of the Department
of Urban Construction and Economy
promteplo@yandex.ru

Piksaev Dmitry Alekseevich
Postgraduate Student,
Irkutsk National Research
Technical University
Dpiksaev112@mail.ru

Ragozin Alexander Mikhailovich
Master's Student,
Irkutsk National Research
Technical University
amragoz@mail.ru

Sakharovskaya Alisa Maksimovna
Master's Student,
Irkutsk National Research
Technical University
asaxarovskaya@list.ru

Annotation. This article examines the causes of reduced efficiency in instantaneous water heaters and experimentally validates a method for combating scale buildup using heating elements with variable power density. The experimental results demonstrate a significant advantage of the proposed solution over standard heaters, resulting in the maintenance of high efficiency under intensive use.

Keywords: water supply, instantaneous water heater, efficiency, uneven specific power.

Современный уровень комфорта неразрывно связан с широким использованием бытовой техники, функционирование которой базируется на применении проточных водонагревателей. Несмотря на то, что в общественном сознании проточные водонагреватели (ПВН) ассоциируются преимущественно с автономными системами горячего водоснабжения, они также являются стандартным конструктивным элементом посудомоечных и стиральных машин. Однако эффективность работы водонагревателей имеет тенденцию к снижению в процессе эксплуатации, что особенно актуально для объектов, удаленных от централизованных сетей водоснабжения и использующих воду с высоким солесодержанием.

Основным дестабилизирующим фактором является образование накипи – твердых отложений на поверхности нагревательных элементов. Причиной этого явления служит повышенная жесткость воды, обусловленная высоким содержанием растворенных солей кальция и магния (преимущественно бикарбонатов, сульфатов и хлоридов). В процессе нагрева гидрокарбонаты, обусловливающие временную жесткость, подвергаются термическому разложению с образованием нерастворимого осадка, который кристаллизуется и нарастает на теплопередающих поверхностях. Накипь характеризуется крайне низкой теплопроводностью, выполняя функцию теплоизолятора. Это приводит к интенсификации тепловых потерь, увеличению времени нагрева воды до заданной температуры и, как следствие, к перерасходу электроэнергии. Локальный перегрев нагревательного элемента из-за ухудшения теплоотвода может вызывать его деформацию, разрушение защитных оболочек и последующий выход прибора из строя [1].

Для емкостных водонагревателей существуют относительно эффективные методы борьбы с накипью, такие как применение магниевых анодов (электрохимическая защита) или ограничение температуры нагрева. В случае с проточными водонагревателями данные подходы малоэффективны. Установка фильтрующих устройств на входе в дом (ионообменные умягчители, дозаторы ингибиторов) позволяет снизить жесткость воды, однако их применение ограничено ввиду высокой стоимости, сложности сервисного обслуживания и эксплуатационных расходов. Альтернативные методы, такие как магнитная и электромагнитная обработка воды, также не получили широкого распространения из-за их низкой доказанной эффективности в условиях бытового использования. В связи с этим, наиболее надежным способом обеспечения работоспособности ПВН на сегодняшний день остается регулярная профилактическая чистка, что сопряжено с простоем оборудования и трудоемкостью процесса [2].

Целью настоящей работы является исследование возможности снижения интенсивности образования накипи в проточных водонагревателях путем оптимизации тепловых режимов работы нагревательного элемента. В качестве решения предлагается использование нагревательных элементов с переменной (неравномерной) удельной мощностью по длине проточного канала. Данное предложение базируется на анализе температурного поля теплопередающей поверхности.

Экспериментальные замеры показывают, что в стандартных конструкциях ПВН температура поверхности нагрева существенно варьируется вдоль тракта движения воды. На начальном участке (вход холодной воды) температура поверхности может составлять +75…+100 °С, возрастая до +350 °С на выходе из нагревателя. Столь высокий градиент температур интенсифицирует процессы парообразования и кристаллизации солей в зоне максимального нагрева. Логически обоснованным является выравнивание теплового потока путем перераспределения удельной мощности: максимум удельной мощности следует сосредоточить на входном (наиболее холодном) участке для быстрого начального нагрева, а минимум — на выходном, где вода уже имеет высокую температуру, что позволяет избежать перегрева поверхности и, как следствие, снизить вероятность осаждения накипи.

Для проверки данной гипотезы были проведены сравнительные испытания двух проточных водонагревателей:

1. Штатный нагревательный элемент (ТЭН) от стиральной машины марки Candy мощностью 2,0 кВт (контрольный образец).

2. Экспериментальный нагревательный элемент мощностью 2,0 кВт, изготовленный по запатентованной технологии с изменяющейся по длине удельной мощностью [3].

Ввиду неразборной конструкции штатного ТЭНа, прямое количественное определение массы образовавшейся накипи было затруднено. В связи с этим оценка эффективности работы производилась путем сравнения коэффициента полезного действия (КПД) нагревателей, вычисляемого по формуле:

$$\eta = \frac{Q}{E} \cdot 100\ \%, \qquad (1)$$

где η – коэффициент полезного действия (%); Q – количество полезной теплоты, переданной воде (кДж); E – количество потребленной электрической энергии (кДж).

Количество теплоты, полученное водой, рассчитывалось по стандартной калориметрической формуле:

$$Q = c \cdot m \cdot (t_к - t_н), \quad (2)$$

где c – удельная теплоемкость воды (кДж/(кг·°С)); m – масса воды, прошедшей через нагреватель за время эксперимента (кг); $t_к$ – температура воды на выходе из нагревателя (°С); $t_н$ – температура воды на входе в нагреватель (°С).

В ходе эксперимента использовались следующие контрольно-измерительные приборы: Измеритель-регулятор температуры ИМС-Ф1с (производства ОВЭН) с комплектом термопар для измерения температуры; Электросчетчики МТ4014 (производства «Энергомера») для учета потребленной электроэнергии; Мультиметр В7-35 для контроля напряжения и силы тока; Мерная емкость и секундомер для определения объемного расхода воды (с последующим пересчетом в массу).

Испытания проводились в условиях, имитирующих жесткую эксплуатацию. Через испытуемые образцы пропускалась артезианская вода (из скважины) с высоким содержанием растворенных солей, характеризующаяся повышенной жесткостью и малопригодная для бытового использования без предварительной обработки.

На начальном этапе (первые сутки непрерывной работы) эффективность обоих образцов была сопоставима и составляла приблизительно 97 %, что свидетельствует о корректности сборки измерительной схемы и сопоставимости условий эксперимента.

После 48 часов непрерывной работы в идентичных условиях были зафиксированы следующие изменения: Штатный нагреватель: КПД контрольного образца резко снизился до 52 %. Зафиксирован критический перегрев корпуса до 130 °С, сопровождавшийся появлением характерного гудящего звука (вероятно, свидетельствующего о вскипании воды в приграничном слое и интенсивном парообразовании под слоем накипи). Эксперимент с данным образцом был прекращен досрочно из-за высокого риска аварийного выхода из строя.

Экспериментальный нагреватель: КПД образца с неравномерной удельной мощностью снизился незначительно и составил 79 %. Признаков перегрева и акустического шума не наблюдалось.

Полученные данные свидетельствуют о том, что предложенная конструкция нагревательного элемента позволяет существенно замедлить процесс образования накипи и сохранить работоспособность прибора в условиях высокой жесткости воды. Более низкая температура поверхности на выходном участке предотвращает интенсивное осаждение солей, а высокий теплосъем на входе обеспечивает эффективный нагрев без локальных перегревов.

Проведенное исследование подтвердило, что неравномерность температурного поля по длине проточного водонагревателя является одним из ключевых факторов, ускоряющих образование накипи и снижающих эффективность работы оборудования.

На основе выполненного эксперимента можно сделать вывод о том, что использование нагревательных элементов с переменной удельной мощностью является перспективным направлением повышения надежности, энергоэффективности и срока службы проточных водонагревателей, в том числе встроенных в бытовую технику, эксплуатируемую в регионах с жесткой водой.

Литература

1. Кочева М.А. Анализ различных методов обработки воды / М.А. Кочева, Т.А. Косатова // Современные наукоемкие технологии. – 2015. – № 6. – С. 23–25. EDN UXSITL
2. Мероприятия по увеличению степени надежности и эффективности работы систем водоснабжения и водоотведения / И.Ю. Шелехов [и др.] // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2024. – Т. 14. – № 3(50). – С. 608–616. DOI 10.21285/2227-2917-2024-3-608-616 EDN XZCOXS

3. Патент на полезную модель № 219638 U1 Российская Федерация, МПК H05B 3/16, H05B 3/34, H05B 3/38. Гибкий нагревательный элемент с неравномерной удельной мощностью: № 2022133257: заявл. 19.12.2022: опубл. 31.07.2023 / И.В. Шелехова, И.Ю. Шелехов, А.И. Шелехова; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Промышленные Технологические Инновации». EDN JINDIL

References

1. Kocheva M.A. Analysis of Various Water Treatment Methods / M.A. Kocheva, T.A. Kosatova // Modern Science-Intensive Technologies. – 2015. – № 6. – P. 23–25. EDN UXSITL
2. Measures to Increase the Reliability and Efficiency of Water Supply and Sanitation Systems / I.Yu. Shelekhov [et al.] // News of Universities. Investments. Construction. Real Estate. – 2024. – Vol. 14. – № 3(50). – P. 608–616. DOI 10.21285/2227-2917-2024-3-608-616 EDN XZCOXS
3. Patent for utility model No. 219638 U1 Russian Federation, IPC H05B 3/16, H05B 3/34, H05B 3/38. Flexible heating element with uneven specific power: No. 2022133257: declared 19.12.2022: published 31.07.2023 / I.V. Shelekhova, I.Yu. Shelekhov, A.I. Shelekhova; applicant Limited Liability Company «Industrial Technological Innovations». EDN JINDIL

УДК 62-65

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ ДЛЯ КАРКАСНО-ТЕНТОВОГО КОРОВНИКА

♦♦♦♦♦

ENERGY-EFFICIENT HEATING SYSTEM FOR FRAME-TENT BED

Шелехов Игорь Юрьевич
кандидат технических наук,
доцент ВАК,
доцент кафедры городское строительство и хозяйство
promteplo@yandex.ru

Веревкин Сергей Денисович
бакалавр,
Иркутский национальный исследовательский технический университет
seerg0477@gmail.com

Гурулёва Нина Эдуардовна
магистрант,
Иркутский национальный исследовательский технический университет
gurulva23@mail.ru

Хандарова Ирина Николаевна
магистрант,
Иркутский национальный исследовательский технический университет
asaxarovskaya@list.ru

Аннотация. В статье рассматриваются особенности формирования микроклимата в каркасно-тентовых коровниках, которые имеют низкую тепловую инерционностью. Выявлены основные факторы нарушения теплового баланса: поступление холода через проемы и охлаждение ограждающих конструкций. Предложено решение на основе комбинированной системы обогрева с использованием полимерных нагревательных элементов, обладающих положительным температурным коэффициентом сопротивления. Экспериментально доказано, что последовательное подключение панелей обеспечивает эффект саморегулирования и взаимного управления мощностью. Установлено снижение энергопотребления на 22 % и сокращение времени восстановления микроклимата в 1,8 раза по сравнению с традиционными конвективными системами.

Ключевые слова: каркасно-тентовые сооружения, микроклимат, эффективность, саморегулируемый обогрев, животноводческие помещения.

Shelekhov Igor Yuryevich
Candidate of Technical Sciences
Associate Professor
of the Higher Attestation Commission,
Associate Professor of the Department
of Urban Construction and Economy
promteplo@yandex.ru

Verevkin Sergey Denisovich
Bachelor,
Irkutsk National Research
Technical University
seerg0477@gmail.com

Guruleva Nina Eduardovna
Master's Student,
Irkutsk National Research
Technical University
gurulva23@mail.ru

Khandarova Irina Nikolaevna
Master's Student,
Irkutsk National Research
Technical University
asaxarovskaya@list.ru

Annotation. This article examines the microclimate formation in frame-and-tent barns with low thermal inertia. The main factors disrupting the thermal balance are identified: cold ingress through openings and cooling of the enclosing structures. A solution is proposed based on a combined heating system using polymer heating elements with a positive temperature coefficient of resistance. Experiments have proven that connecting panels in series provides self-regulation and mutual power control. Energy consumption has been reduced by 22 % and microclimate recovery time has been reduced by 1.8 times compared to traditional convective systems.

Keywords: frame-tent structures, microclimate, efficiency, self-regulating heating, livestock buildings.

Современное животноводство предъявляет высокие требования к технологичности и экономической эффективности производственных помещений. В этом контексте все большее распространение получают каркасно-тентовые сооружения. Данные конструкции представляют собой несущий металлокаркас, обработанный антикоррозийными составами, с натянутым прочным ПВХ-полотном. Тентовый материал обладает низкой теплопроводностью, что обеспечивает защиту поголовья от ветра и осадков, способствует удержанию тепла зимой и препятствует перегреву воздуха в летний период [1].

Всплеск интереса к таким коровникам в последние годы обусловлен появлением инновационных теплоизоляционных материалов, современных систем обогрева и возможностью гибкого проектирования, позволяющего адаптировать типовой или индивидуальный проект под конкретные нужды хозяйства.

Каркасно-тентовые сооружения обладают специфическими особенностями, влияющими на микроклимат. Главной из них является отсутствие массивных конструкций с высокой теплоемкостью, что делает здание «безынерционным» и крайне чувствительным к колебаниям внешней температуры, открыванию дверей или ветровым нагрузкам. Стационарность воздушно-тепловых потоков в таких помещениях легко нарушается, что создает дисбаланс и требует значительных энергетических затрат для создания равномерного теплового поля. В связи с этим, рациональная система отопления играет ключевую роль в обеспечении комфортного пребывания животных. Решение задачи эффективного обогрева позволит расширить сферу применения тентовых коровников, снизить себестоимость продукции и уменьшить экологическую нагрузку.

На внутренний климат в таких сооружениях влияют два основных фактора: теплоизоляционные свойства ограждающих конструкций и упомянутое отсутствие теплоаккумулирующих элементов. Анализ современных научных публикаций свидетельствует о том, что исследования ведутся преимущественно в направлениях оптимизации ограждающих конструкций, архитектурно-планировочных решений, а также совершенствования систем вентиляции, на долю которой приходится до 40–50 % всех энергозатрат на отопление. Воздухообмен критически важен для удаления углекислого газа, бактерий и избыточной влаги, однако он остается крайне энергозатратным процессом, что делает актуальной разработку систем с рекуперацией тепла и влаги [2].

Особый интерес представляет работа Д.А. Тихомирова с соавторами, посвященная комплексной оценке энергоэффективности систем отопления телят. Исследователи детально рассматривают проблему отсутствия массивных конструкций в каркасных зданиях и предлагают пути ее решения через применение тепловых аккумуляторов, демонстрируя их преимущества перед традиционным водяным отоплением [3]. В свою очередь, в работах В.Ю. Карницкого и В.С. Ушникова обосновывается высокая эффективность инфракрасного (ИК) отопления. Авторы показывают, что использование ИК-обогревателей позволяет экономить более 45 % электроэнергии по сравнению с конвективными системами, а стоимость оборудования и монтажа оказывается в 2,5 раза ниже водяного отопления. При этом в научной среде существуют дискуссии об оптимальной доле лучистой теплоотдачи: одни ученые выступают за ее максимизацию, другие склоняются к применению панелей с долей излучения на уровне 60–70 % [4].

Несмотря на обилие работ, проблема быстрого и равномерного восстановления параметров микроклимата при внешних возмущениях остается открытой. В каркасно-тентовых коровниках можно выделить два классических сценария нарушения теплового баланса. Первый – поступление холодного воздуха через дверной проем, который движется в центр помещения и распространяется к ограждениям. Второй – резкое изменение внешних условий (ветер, похолодание), при котором процесс идет в обратном направлении: от охлаждающихся ограждающих конструкций к центру. Использование стандартных отопительных приборов приводит к перерасходу энергии: пока одна часть помещения нагревается, другая может перегреваться, и для достижения равновесия требуется значительное время из-за инерционности системы и несогласованности работы приборов.

Целью данного исследования является оценка параметров комбинированной электрической системы обогрева, основанной на взаимном влиянии двух нагревательных приборов с положительным температурным коэффициентом сопротивления.

В рамках моделирования двух сценариев охлаждения (через дверной проем и через ограждающие конструкции) были использованы две инфракрасные панели, созданные по патенту № 2713729 [5]. Панели были соединены последовательно в электрической цепи и размещены на внутренней и внешней стенах соответственно. Их работа основана на саморегулирующемся принципе: при понижении температуры воздуха в зоне одной из панелей, ее электрическое сопротивление снижается, что приводит

к увеличению выделяемой ею мощности. Поскольку панели соединены последовательно, изменение сопротивления одной панели автоматически перераспределяет напряжение на другую. Это означает, что панель, находящаяся в условиях охлаждения (например, из-за открытой двери), фактически управляет мощностью панели, расположенной на пути движения холодного воздуха к внешней стене. При изменении внешних погодных условий этот управляющий эффект проявляется в обратном направлении. Такая система обеспечивает пропорциональное регулирование мощности и минимизирует инерционность всей системы.

Экспериментальные исследования проводились в условиях, максимально приближенных к реальным, и сравнивались с работой штатной конвекционной системы отопления.

При конвекционном отоплении в 7 часов утра (при температуре наружного воздуха –14 °С) благоприятная для животных температура наблюдалась лишь на 18 % площади помещения. Зона у холодной стены оставалась необогреваемой с критически низкими показателями. К 11 часам утра (при –13 °С) ситуация улучшилась лишь до 40 % площади, но зона у стены по-прежнему не прогревалась. Выход на стационарный режим занял около двух часов, а потребление электроэнергии за 3 часа составило 6,5 кВт.

Моделирование открытия двери на 5 минут при конвекционном отоплении показало, что через 15 минут зона дискомфорта сократилась, но возникли новые холодные зоны, не обслуживаемые конвекционными потоками. Полное восстановление температуры произошло только через час. Это объясняется тем, что конвекционный поток «встраивается» в воздушные течения, создаваемые вентиляцией, что не всегда благоприятно.

В ходе аналогичных испытаний с использованием саморегулируемых панелей были получены иные результаты. В 7 часов утра (при –16 °С) благоприятная температура фиксировалась уже на 55 % площади. Зоны у холодных стен присутствовали, но их площадь и степень охлаждения были значительно меньше. К 11 часам утра (при –14 °С) комфортная температура распространилась практически на всю площадь помещения, за исключением узких локальных участков. Время выхода на стационарный режим сократилось до 1 часа, а потребление электроэнергии за 3 часа составило всего 5,0 кВт.

При имитации открытия двери через 15 минут зона дискомфорта увеличилась лишь в необслуживаемых зонах и в местах крепления металлических стоек (датчиков). Через час температурное поле полностью восстановилось, за исключением точечных зон в местах установки металла, где температура была ниже на 3 °С.

Проведенные эксперименты подтверждают, что использование эффекта саморегулирования в системах обогрева каркасно-тентовых сооружений имеет ряд значительных преимуществ.

Во-первых, радиационный тип отопления обеспечивает более равномерное распределение тепла и эффективный обогрев проблемных зон у холодных стен, что критически важно для здоровья молодняка.

Во-вторых, взаимное регулирование панелей снижает инерционность системы, позволяя в 1,8 раза быстрее восстанавливать параметры микроклимата после внешних возмущений.

В-третьих, достигается прямая экономия электроэнергии: зафиксированное снижение потребления на 22 % (с 6,5 до 5,0 кВт за аналогичный период) свидетельствует о высоком энергосберегающем потенциале технологии.

Таким образом, каркасно-тентовые быстровозводимые сооружения являются перспективным направлением в строительстве животноводческих помещений. Применение новых подходов к обогреву, в частности использование нагревательных элементов с эффектом взаимного регулирования, позволяет минимизировать главные недостатки таких построек – их безынерционность и чувствительность к сквознякам. Это способствует не только снижению капитальных и эксплуатационных затрат, но и существенному повышению комфортности микроклимата для животных, что в конечном итоге влияет на продуктивность стада и рентабельность производства.

Литература

1. Ходякова Е. Ангары для животноводства: от советского наследия к новым технологиям // Эффективное животноводство. – 2021. – № 5(171). – С. 126–131. EDN LJJNBN
2. Шелехов И.Ю. Оптимизация параметров микроклимата в спортивных каркасно-тентовых зданиях / И.Ю. Шелехов, М.И. Федотова, А.И. Шелехова // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2023. – Т. 13. – № 2(45). – С. 369–377. – DOI 10.21285/2227-2917-2023-2-369-377. – EDN HATVRN
3. Тихомиров Д.А. Обогрев телят при групповом содержании / Д.А. Тихомиров, А.В. Хименко, Ю.Н. Добровольский // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения. Сборник трудов 4-й Научно-практической конференции, Москва, 16 мая 2025 года. – М. : Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина, 2025. – С. 398–399. EDN INNFHZ
4. Карницкий, В.Ю. Инфракрасное отопление как экономичный и эффективный вид отопления / В.Ю. Карницкий, В.С. Ушников // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2016. – № 12-3. – С. 96–98. EDN XDEJUP
5. Патент № 2713729 C1 Российская Федерация, МПК H05B 3/36. Нагревательный элемент широкого спектра применения: № 2018116517: заявл. 03.05.2018 : опубл. 07.02.2020 / И.Ю. Шелехов. EDN NSFAST

References

1. Khodyakova E. Hangars for livestock farming: from the Soviet legacy to new technologies // Effective livestock farming. – 2021. – № 5(171). – P. 126–131. EDN LJJNBN
2. Shelekhov I.Yu. Optimization of microclimate parameters in frame-tent sports buildings / I.Yu. Shelekhov, M.I. Fedotova, A.I. Shelekhova // News of universities. Investments. Construction. Real estate. – 2023. – Vol. 13. – № 2(45). – P. 369–377. DOI 10.21285 / 2227-2917-2023-2-369-377 EDN HATVRN
3. Tikhomirov D.A. Heating of calves in group housing / D.A. Tikhomirov, A.V. Khimenko, Yu.N. Dobrovolsky // Actual problems of veterinary medicine, animal science, biotechnology and examination of raw materials and products of animal origin: Collection of works of the 4th Scientific and Practical Conference, Moscow, May 16, 2025. – M. : Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Skryabin, 2025. – P. 398–399. EDN INNFHZ
4. Karnitsky V.Yu. Infrared heating as an economical and efficient type of heating / V.Yu. Karnitsky, V. S. Ushnikov // Bulletin of Tula State University. Technical sciences. – 2016. – № 12-3. – P. 96–98. EDN XDEJUP
5. Patent № 2713729 C1 Russian Federation, IPC H05B 3/36. Heating element of a wide range of applications: № 2018116517: declared. 03.05.2018: publ. 07.02.2020 / I.Yu. Shelekhov. EDN NSFAST

УДК 697.1

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КОМБИНИРОВАННЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

♦♦♦♦♦

ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF COMBINED HEATING SYSTEMS

Шелехова Ирина Валентиновна
магистрант,
Иркутский национальный исследовательский технический университет
slovir@yandex.ru

Верхозина Екатерина Юрьевна
магистрант,
Иркутский национальный исследовательский технический университет
Verkhozina7272@mail.ru

Дик Алексей Андреевич
магистрант,
Иркутский национальный исследовательский технический университет
dik_aa_85@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы обеспечения теплового комфорта в жилых помещениях. Анализируются недостатки традиционных конвективных систем отопления и систем инфракрасного (лучистого) обогрева при их раздельном применении. Представлены результаты экспериментального исследования комбинированной системы отопления, включающей электроконвекторы и низкотемпературные саморегулируемые нагревательные ленты. Выявлены закономерности распределения температурных полей и теплоощущения человека при динамическом изменении внутренних и внешних метеорологических факторов. Обоснована необходимость совместного использования конвективной и радиационной составляющих для поддержания стабильных параметров микроклимата и снижения энергопотребления.

Ключевые слова: микроклимат, лучистое отопление, инфракрасный обогрев, тепловой комфорт, низкотемпературный нагрев, терморегулирование, энергоэффективность.

Shelekhova Irina Valentinovna
Master's Student,
Irkutsk National Research Technical University
slovir@yandex.ru

Verkhozina Ekaterina Yuryevna
Master's Student,
Irkutsk National Research Technical University
Verkhozina7272@mail.ru

Dik Aleksey Andreevich
Master's Student,
Irkutsk National Research Technical University
dik_aa_85@mail.ru

Annotation. This article examines the issues of ensuring thermal comfort in residential spaces. The disadvantages of traditional convective heating systems and infrared (radiant) heating systems when used separately are analyzed. The results of an experimental study of a combined heating system incorporating electric convectors and low-temperature self-regulating heating tapes are presented. Patterns in the distribution of temperature fields and human thermal sensations are identified during dynamic adjustment of internal and external meteorological factors. The need for a combined use of convective and radiative environments to maintain stable microclimate parameters and reduce energy consumption is substantiated.

Keywords: microclimate, radiant heating, infrared heating, thermal comfort, low-temperature heating, thermal control, energy efficiency.

Формирование комфортной тепловой обстановки в помещении определяется комплексным воздействием двух основных факторов: температуры внутреннего воздуха и температуры внутренних поверхностей ограждающих конструкций (стен, потолка). Согласно современным представлениям гигиены и строительной теплофизики, именно результирующая температура помещения (средневзвешенная величина температуры воздуха и радиационной температуры окружающих поверхностей) является интегральным показателем комфортности [1].

Традиционные системы отопления, основанные на конвективном теплообмене, имеют ряд ограничений. Они создают неравномерное температурное поле, способствуют перемещению пыли и зачастую требуют поддержания повышенной температуры воздуха для компенсации низкой температуры стен (эффект «холодной радиации»). Применение лучистых (инфракрасных) систем отопления позволяет нагревать непосредственно поверхности и предметы, минуя промежуточный нагрев воздуха, что от-

крывает возможности для зонального обогрева и снижения средней температуры воздуха при сохранении комфорта. Однако, как показывают теоретические и практические исследования, в процессе эксплуатации происходит трансформация видов теплопередачи: инфракрасное излучение от нагревателя поглощается предметами, которые затем отдают тепло воздуху конвекцией. Этот переход из одного стационарного состояния в другое вносит неопределенность в систему автоматического регулирования, снижая эффективность управления мощностью [2].

Таким образом, актуальной задачей является поиск оптимального соотношения конвективной и радиационной составляющих в системе отопления и разработка методов управления, обеспечивающих стабильность микроклимата при внешних и внутренних возмущениях.

Целью экспериментального исследования являлась оценка эффективности совместного использования конвективных и низкотемпературных лучистых нагревателей для обеспечения теплового комфорта при пониженной температуре воздуха.

Исследования проводились в жилой комнате частного дома площадью 24 м². В качестве базового источника тепла использовались электроконвекторы с двухпозиционным терморегулированием. В качестве источника лучистого тепла применялись экспериментальные образцы саморегулируемых инфракрасных нагревательных лент (Патент на полезную модель № 219638) [3]. Технические характеристики нагревательных лент: ширина 120 мм, длина 3,0 м, удельная мощность подобрана из условия ограничения максимальной температуры поверхности (не выше 40 °С), суммарная мощность установленных элементов составила 1,0 кВт. Ленты монтировались на свободные участки стен с шагом 1 метр, что имитировало низкотемпературную стеновую панель.

В ходе эксперимента регистрировались следующие параметры:

1. Температура воздуха в помещении (среднее значение по высоте).
2. Интенсивность радиационного теплового потока с помощью датчиков открытого типа, установленных на теле человека.
3. Температура воздуха в непосредственной близости от человека с помощью экранированных (закрытых) датчиков.

Рассматривались три режима функционирования системы отопления:

1. Стационарный режим.
2. При изменении внешних условий.
3. При изменении внутренних условий (имитация проникновения холодных потоков воздуха (сквозняков)).

Для каждого из трех режимов эксперимент проводился в два этапа: сначала только с использованием конвекторов (базовый сценарий), затем с использованием комбинированной системы «конвекторы + нагревательная лента».

Результаты измерений параметров микроклимата при использовании только конвективного отопления показывает следующие закономерности:

1. В стационарном режиме работа терморегулятора (циклическое включение/отключение конвектора) приводит к колебаниям температуры нагревательного элемента. Эти колебания передаются в помещение, что негативно сказывается на стабильности микроклимата (высокая амплитуда колебаний результирующей температуры).

2. Субъективное ощущение теплового комфорта (теплоощущение человека) достигалось при температуре воздуха +24 °С.

3. При имитации изменения внешних условий наблюдался временной сдвиг в реакции системы. Даже при наличии терморегулятора, его работа не успевала компенсировать быстрое изменение теплопотерь, что приводило к дискомфорту.

4. При изменении внутренних условий (сквозняк) температура воздуха снижалась, однако регулятор обеспечивал выход на новый, относительно стабильный, но пониженный уровень температуры.

При работе комбинированной системы (конвекторы + низкотемпературные лучистые панели) были зафиксированы следующие результаты:

1. В стационарном режиме периоды включения терморегулятора стали более редкими и продолжительными. Благодаря наличию постоянной радиационной состав-

ляющей от нагретых стен, колебания температуры воздуха сглаживались, и параметры микроклимата оставались стабильными.

2. Ощущение теплового комфорта достигалось при более низкой температуре воздуха – +21 °С, что подтверждает теорию о компенсации пониженной температуры воздуха повышенной радиационной температурой.

3. При имитации похолодания (изменение внешних условий) снижение температуры воздуха до +19 °С не вызывало значительного ухудшения теплоощущения человека, так как лучистый поток от стен продолжал компенсировать теплопотери тела.

4. При внутренних возмущениях (сквозняк) колебания параметров микроклимата были сглажены и имели меньшую амплитуду по сравнению со сценарием А.

Полученные экспериментальные данные подтверждают синергетический эффект от совместного применения конвективных и низкотемпературных лучистых систем. Наблюдаемое снижение комфортной температуры воздуха на 3 °С (с 24 °С до 21 °С) позволяет говорить о потенциале энергосбережения до 10–15 % только за счет снижения температуры внутреннего воздуха, согласно градиенту теплопотерь через вентиляцию и ограждения.

Зафиксированный перепад температур в динамических режимах достигает значений более 3 °С, в классических системах с двухпозиционным регулированием такой перепад считается недопустимым. Однако, как показали замеры теплоощущения, благодаря радиационной составляющей, дискомфорт у человека отсутствовал. Это указывает на необходимость коррекции алгоритмов работы терморегуляторов для систем с высокой долей лучистого теплообмена, где инерционность нагретых поверхностей играет положительную роль. Комбинированная система отопления показала высокую устойчивость к внешним и внутренним возмущениям (изменение погодных условий, сквозняки). Благодаря тепловой инерции нагретых поверхностей, снижение температуры воздуха не приводит к пропорциональному ухудшению теплоощущения человека.

Перспективой дальнейших исследований является разработка адаптивных алгоритмов управления, учитывающих не только температуру воздуха, но и среднюю радиационную температуру помещения, а также создание методических рекомендаций по применению комбинированных систем отопления для различных типов зданий.

Литература

1. Шелехов И.Ю. Аддитивные инфракрасные системы обогрева / И.Ю. Шелехов, В.В. Пожидаев // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2020. – Т. 10. – № 1 (32). – С. 124–129. DOI 10.21285/2227-2917-2020-1-124-129. EDN RAKSYY
2. Гусейнова М.В. О Возможности использования среднеинтегрированной модели Фангера для контроля температурного комфорта в помещениях / М.В. Гусейнова, В.Х. Махмудова, С.А. Шатохина // В сборнике: Актуальные проблемы экологии и охраны труда. Сборник статей XI Международной научно-практической конференции. Посвящается 55-летию Юго-Западного государственного университета. – 2019. – С. 398–409.
3. Патент на полезную модель № 219638 U1 Российская Федерация, МПК H05B 3/16, H05B 3/34, H05B 3/38. Гибкий нагревательный элемент с неравномерной удельной мощностью: № 2022133257: заявл. 19.12.2022: опубл. 31.07.2023 / И.В. Шелехова, И.Ю. Шелехов, А.И. Шелехова; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Промышленные Технологические Инновации». EDN JINDIL

References

1. Shelekhov, I. Yu. Additive infrared heating systems / I.Yu. Shelekhov, V.V. Pozhidaev // News of universities. Investments. Construction. Real estate. – 2020. – Vol. 10. – № 1(32). – P. 124–129. DOI 10.21285/2227-2917-2020-1-124-129 EDN RAKSYY
2. Guseynova M.V. On the possibilities of using the mean-integrated Fanger model for monitoring indoor temperature comfort. In the collection: Actual problems of ecology and labor protection / M.V. Guseynova, V.Kh. Makhmudova, S.A. Shatokhina // Collection of articles from the XI International scientific and practical conference. Dedicated to the 55th anniversary of Southwestern State University. – 2019. – P. 398–409.
3. Utility Model Patent No. 219638 U1 Russian Federation, IPC H05B 3/16, H05B 3/34, H05B 3/38. Flexible Heating Element with Uneven Specific Power: № 2022133257: declared 19.12.2022: published 31.07.2023 / I.V. Shelekhova, I.Yu. Shelekhov, A.I. Shelekhova; applicant Industrial Technological Innovations Limited Liability Company. EDN JINDIL

УДК 664.8: 664.8.022.6

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ ИЗ АГРОПИЩЕВОГО СЫРЬЯ

♦♦♦♦♦

FUNDAMENTALS OF DESIGNING QUALITY PRODUCTS FROM AGRO-FOOD RAW MATERIALS

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

Касьянов Дмитрий Геннадьевич
кандидат технических наук,
зам. начальника отдела интеллектуальной собственности,
Кубанский государственный университет

Торосян Эрик Сергеевич
нач. отдела интеллектуальной собственности,
Кубанский государственный университет

Аннотация. Трудами ученых Северо-Кавказского федерального университета и Кубанского государственного технологического университета заложены основы создания продуктов питания из агропищевого сырья. Актуальность работы заключалась в повышении качества и безопасности продуктов за счет придания им бактерицидных и имунопротекторных свойств. Обзор научно-технической и патентной литературы позволил определить основные направления исследований по созданию комбинированных продуктов питания с использованием мясорастительного сырья. В работе предложены высокоэффективные электромагнитные и газожидкостные методы обработки агропищевого сырья, химический состав сырья животного и растительного происхождения, три базовые рецептуры комбинированных паштетов.

Ключевые слова: проектирование рецептур, мясорастительные продукты, животное сырье, растительное сырье, патенты, рецептуры паштетов.

Shipulin Valentin Ivanovich
Doctor of Engineering 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,
Stavropol
Ship.59@mail.ru

Kasyanov Dmitry Gennadyevich
Candidate of Technical Sciences,
Deputy Head of the Intellectual
Property Department,
Kuban State University

Torosyan Erik Sergeevich
Head of the Intellectual
Property Department,
Kuban State University

Annotation. The work of scientists from the North Caucasus Federal University and the Kuban State Technological University has laid the foundations for creating food products from agri-food raw materials. The objective of this study was to improve the quality and safety of food products by imparting bactericidal and immunoprotective properties. A review of scientific, technical, and patent literature identified key research areas for creating combined food products using meat and plant-based raw materials. The study proposed highly effective electromagnetic and gas-liquid methods for processing agro-food raw materials, the chemical composition of animal and plant-based raw materials, and three basic recipes for combined pâtés.

Keywords: recipe design, meat and plant-based products, animal raw materials, plant-based raw materials, pâté recipe.

Значительные достижения в области создания инновационных продуктов питания из агропищевого сырья имеются у сотрудников базовой кафедры технологии мяса и мясных продуктов факультета пищевой инженерии и биотехнологий имени академика А.Г. Храмцова, Северо-Кавказского федерального университета. На кафедре проводятся научные и методические семинары и конференции по важнейшим направлениям мясоперерабатывающей отрасли, организованы практикоориентированные занятия студентов и аспирантов на перерабатывающих предприятиях Ставропольского края, создаются творческие коллективы для выполнения производственных проблем и конкурса грантов.

К современным способам обработки агропищевого сырья относится использование электромагнитного поля низких и сверхвысокич частот [1]. Важным направлением является обеспечение качества и безопасности готовой продукции при комплексном применении пищевого сельскохозяйственного сырья [2,3]. Наиболее весомый вклад в пищевую ценность продукции обеспечивают белковые компоненты мясного сырья [4, 14].

За весь комплекс проблем по качеству и безопасности продуктов длительного хранения отвечала научная специальность «Технология консервирования плодов, овощей, мяса, рыбы и молока», которая по недоразумению ныне упразднена [5]. Наблюдаемый в последние годы ускоренный ритм жизни вызвал появление на рынке продуктов быстрого питания [6, 12].

Значительное внимание авторы уделяют внедрению безотходных и малоотходных технологий переработки агропищевого сырья [7]. Значительного повышения антиоксидантных свойств пищевых продуктов удается добиться за счет включения в состав мясных продуктов фитопрепаратов с антиоксидантными свойствами [8, 20]. Большую нишу на рынке продуктов специализированного питания занимают продукты для детей дошкольного и школьного возраста [9]. Существенно повысить качество продуктов на основе зернобобовых и масличных культур можно путем инактивации антипитательных веществ и электромагнитной стерилизации [10, 13].

Включение в состав многокомпонентных продуктов питания плодоовощного сырья обусловлено содержанием в их составе углеводов, водорастворимых витаминов, органических кислот и эссенциальных микроэлементов. При выращивании плодов и овощей стали использовать органические технологии [11]. Важными составляющими водорослей, плодов и овощей являются гидратопектины, хитозан и фруктовый пектин [15, 19]. Для удаления кутикулярных восков с поверхности плодов и листьем используют газожидкостные технологии [16]. На основе стерильных CO_2-шротов можно изготавливать квас и напитки [17, 18]. Приведенные в обзоре патенты [15–19] обеспечивают правовую защиту, обладают изобретательским уровнем и являются промышленно применимыми. Установлены основные принципы конструирования продуктов питания для людей, вынужденных вести малоподвижный образ жизни. В состав таких продуктов включают легкоусвояемые рыбные белки, фитокомпоненты в форме CO_2-экстрактов и иммуномодуляторы [21]. В Северо-Кавказском федеральном университете разработаны инновационные технологии производства мясопродуктов с использованием молочно-белковых препаратов [22]. Совместно со специалистами Краснодарского кооперативного института разработаны прорывные технологии в производстве обогащенных пищевых продуктов из растительного и животного сырья [23]. Из приведенного обзора научно-технической и патентной литературы следует, что при проектировании многокомпонентных продуктов из агропищевого сырья целесообразно использовать разработки ученых кубанской научно-педагогической школы под руководством профессора Г.И. Касьянова. На рисунке 1 показаны высокоэффективные электромагнитные и газожидкостные методы обработки агропищевого сырья.



Рисунок 1 – Высокоэффективные электромагнитные и газожидкостные методы обработки агропищевого сырья

В числе предложенных к широкому внедрению методов обработки сырья относятся приемы до и сверхкритической CO_2-обработки с получением CO_2-экстрактов и стерильных CO_2-шротов, использование для обезвоживания и стерилизации сырья электромагнитного поля различной частоты и получение легкой воды с пониженным содержанием дейтерия.

На рисунке 2 приведена структурная схема изготовления комбинированных паштетов из агропищевого сырья.

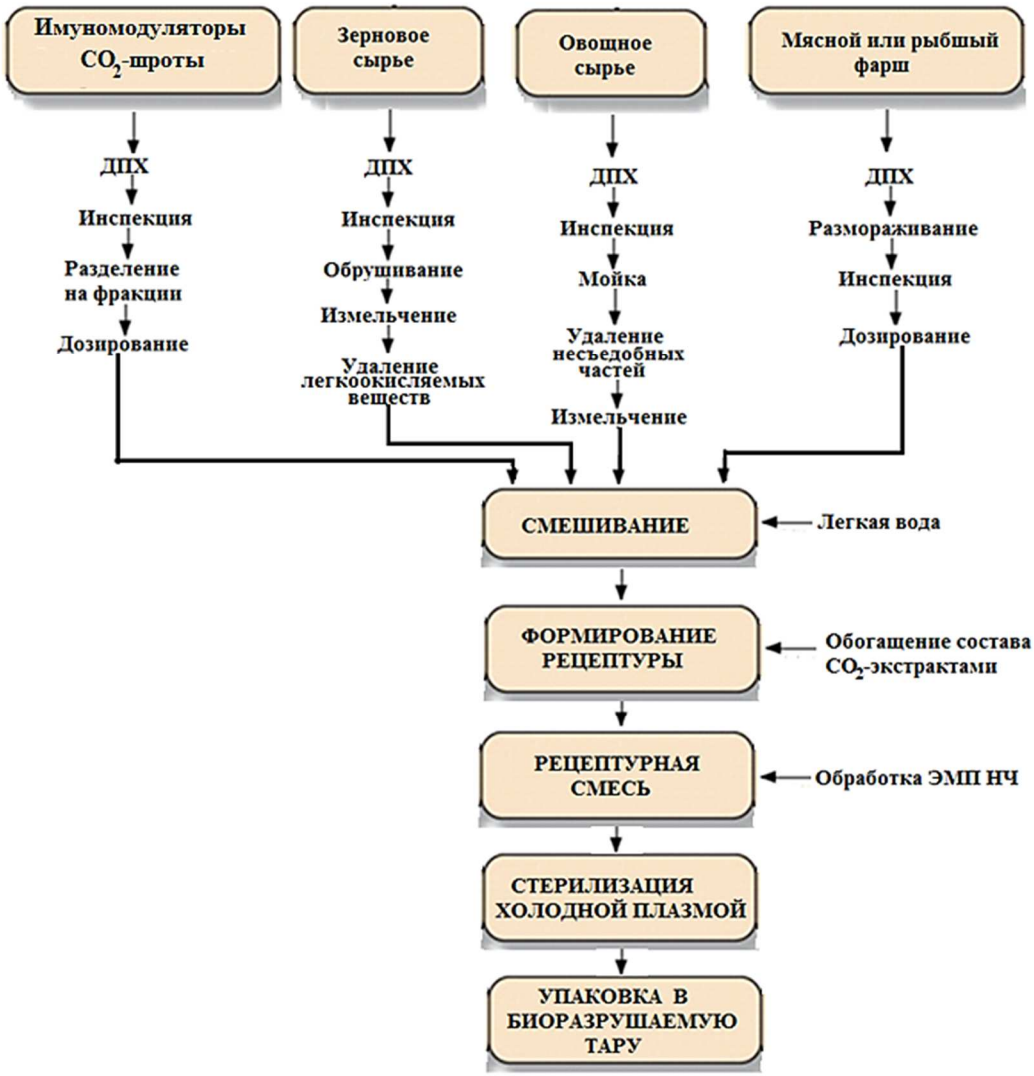


Рисунок 2 – Структурная схема изготовления комбинированных паштетов из агропищевого сырья

Оценку качественного состава и безопасности продуктов питания из комбинированного агропищевого сырья осуществляли методами инструментального и сенсорного анализов.

Из объективных методов анализа использовали метод капиллярного электрофореза на приборе Капель 105 М и спектрофотометрического анализа на приборе UNICO-2800. Влияние перехода спортсменов на рекомендуемое рациональное питание определяли с помощью показателей выносливости и реактивной силы по М. Беннетту. Безопасность изготовленных функциональных продуктов определяли инструментальными методами, а вкусовые достоинства – методами органолептического анализа.

В таблице 1 приведен массовый состав сырья животного происхождения для производства паштетов, позволяющий снизить дефицит незаменимых амино и жирных кислот.

Таблица 1 – Массовый состав сырья животного происхождения

Наименование показателей	Значение показателя						
	Говядина	Печень говяжья	Фарш индейки	Фарш куриный	Фарш куриный мехобвалки	Шпик свиной	Масло сливочное
Содержание пищевых веществ, г/100 г:							
Белок	18,0	20,5	19,7	17,7	13,8	3,0	0,28
Жир	6,1	3,7	7,7	8,1	15,5	88,4	99,5
Углеводы	0,1	3,9	0,1	0,02	12,1	0	0
Влага	67,7	58,8	72,3	73,2	69,3	7,7	0,2
Зола	1,2	1,3	1,7	1,3	1,1	0,7	0
Витамины, мкг/100 г:							
Витамин А	2,0	4980,0	20,2	650,0	32,3	5,0	840,0
Витамин Е	2,2	40,1	4,4	1,7	2,2	5,0	287,0
Витамин К	1,5	3,1	7,4	2,61	0,11	20,71	8,5
Витамин D	0,1	1,2	0,9	1,4	7,9	3,1	–
Витамин D_3	0,1	1,2	200,0	74,0	45,0	3,1	136,0
Витамин B_1	0,1	0,2	6,0	109,0	71,0	100,0	–
Витамин B_2	0,2	2,9	150,0	241,0	175,0	101,0	–
Витамин B_3	5,6	13,3	–	–	–	100,0	–
Витамин B_4	65,7	333,0	500,0	588,0	–	1540,0	2230,0
Витамин B_9	5,0	290,1	7,0	1,0	9,0	1,0	–
Минеральные вещества, мг/100 г:							
Железо	2,2	7,0	1,0	0,8	1,7	0,2	–
Калий	330,0	277	237	522,0	128,0	65,0	5
Кальций	12,0	9,1	19,0	6,0	143	2,0	4
Магний	19	18,0	23,0	21,0	13,0	2,0	–
Марганец	0,1	0,66	0,01	0,01	3,44	0,93	–
Медь	0,1	0,14	0,08	0,01	0,13	0,24	–
Натрий	64,0	105	58,0	60,0	51,0	11,0	2
Селен, мкг	25,7	0,7	0,1	10,1	1,1	0,97	–
Фосфор	205,0	315,0	200,0	178,0	154,0	38,0	–
Цинк	5,1	0,43	2,41	0,01	0,31	0,03	0

Как видно из данных таблицы 1, массовый состав сырья животного происхождения для производства паштетов отличается высоким содержанием основных пищевых веществ, БАВ и минеральных веществ.

В таблице 2 приведен массовый состав зернового и плодоовощного сырья.

Таблица 2 – Массовый состав зернового и плодоовощного сырья

Наименование показателей	Значение показателя					
	CO_2-шрот амаранта	Картофельное пюре	Морковь «Кордоба»	Лук репчатый	Порошок топинамбура	CO_2-шрот семян льна
1	2	3	4	5	6	7
Массовая доля пищевых веществ, г/100 г						
Белок	9,6	2,0	1,3	1,5	4,7	2,2
Жир	4,2	4,2	0,1	0,2	2,3	0,8
Углеводы, в т.ч.:	68,1	16,9	7,6	8,2	73,7	58,0
Пищевые волокна	1,1	1,5	2,5	2,8	7,8	9,0
Крахмал	0,3	10,1	0,1	3,0	0,6	-
Органические кислоты	0,1	0,1	0,3	0,3	2,3	3,6
Влага	11,3	75,5	89,1	86,0	6,3	25,0
Зола	2,7	1,5	0,8	1,2	2,5	1,7

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
Витамины, мг/100 г						
Витамин С	6,1	6,0	4,2	10,0	250,0	3,0
Витамин Е	1,2	0,1	0,4	0,3	2,2	1,8
β-каротин, мкг	10,0	9,0	12,4	1,6	0,06	6,7
Витамин B_1	0,2	0,1	0,09	0,1	1,1	0,02
Витамин B_3	8,0	1,1	20,0	4,0	5,0	1,0
Витамин B_4	69,7	13,6	8,9	6,2	150,0	10,0
Минеральные вещества, мг/100 г						
Калий	507,0	283,0	200,0	174	427	860,0
Марганец	3,3	0,1	0,2	0,2	3,4	0,9
Медь	0,5	0,1	0,08	0,01	0,6	0,2
Фосфор	556,0	45,0	55,0	58,0	77,0	83,0
Цинк	3,1	0,3	0,41	0,85	0,31	0,4
Селен, мкг	18,8	0,8	0,1	0,5	3,5	0,3

В таблице 3 приведена рецептура мясорастительного паштета.

Таблица 3 – Базовая рецептура мясорастительного паштета

Виды сырья	Массовая доля компонентов, %			
	Контроль	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
Картофельное пюре	–	4,3	4,5	4,8
Морковь	6,9	3,7	4,0	4,3
Мясо птицы мехобвалки	–	20,1	18,2	18,6
Растительное масло	2	–	–	2,2
Шпик свиной	–	11,0	10,3	8,3
Печень говяжья	50,4	8,3	8,9	8,2
Молоко, 1,5 %	10	4,2	4,5	4,2
Сливочное масло	10	3,8	3,9	4,4
CO_2-шрот амаранта	–	2,2	2,8	2,6
CO_2-шрот семян льна	–	3,1	2,9	3,2
Перец черный молотый	0,1	–	–	–
Лук репчатый	5	4,2	4,6	4,5
Соль пищевая	0,6	1,2	1,2	1,2
Легкая вода	до 100 %			
Пряности и вспомогательные материалы, %				
CO_2-экстракт перца черного	0,04			
CO_2-экстракт тмина черного	0,03			
Юглон	0,33			
Дигидрокверцетин	0,10			

На рисунке 3 показаны профилограммы качества контрольного и опытного образцов паштетов.

Как видно на рисунке 3, реологические показатели опытного образца паштета свидетельствуют о высоком качестве изготовленной продукции.

Заключение. Ученые Северо-Кавказского федерального университета и Кубанского государственного технологического университета разработали основы проектирования комбинированных продуктов питания из агропищевого сырья. Цель работы заключалась в повышении качества и безопасности паштетообразных продуктов за счет придания им бактерицидных и имунопротекторных свойств. Выполненный обзор научно-технической и патентной литературы определил основные направления исследований по созданию комбинированных продуктов питания с использованием мясорастительного сырья. Авторские патенты обеспечивают правовую защиту, обладают изобретательским уровнем и являются промышленно применимыми.

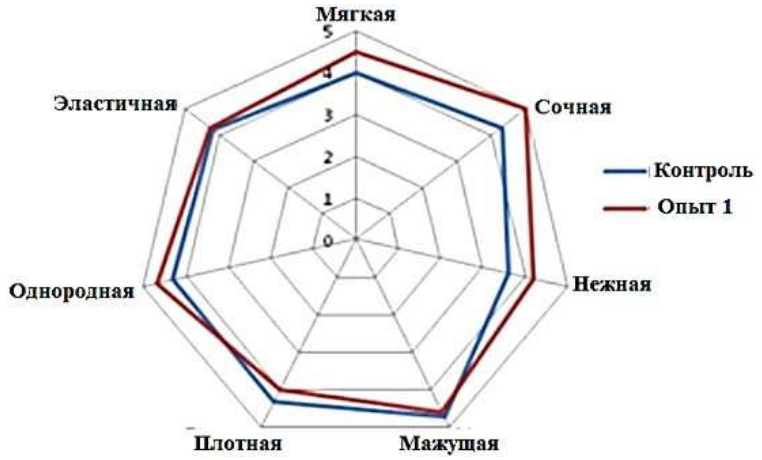


Рисунок 3 – Профилограммы дегустационной оценки консистенции органолептических показателей мясорастительного паштета (опыт 1)

Предложена структурная схема высокоэффективных электромагнитных и газожидкостных методов обработки агропищевого сырья, проанализирован химический состав сырья животного и растительного происхождения, приведены три базовые рецептуры комбинированных паштетов.

Литература

1. Барышев М.Г. Электромагнитная обработка сырья растительного и животного происхождения / М.Г. Барышев, Г.И. Касьянов. Краснодар : КубГТУ, 2002. – 220 с.
2. Запорожский А.А. К вопросу о системе менеджмента качества и безопасности пищевых продуктов / А.А. Запорожский, Г.И. Касьянов, Э.Ю. Мишкевич // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 4(31). – С. 17–21.
3. 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. 32–37.
4. Ильтяков А.В. Белковые компоненты в технологии мясных продуктов / А.В. Ильтяков, В.В. Прянишников, Г.И. Касьянов. – Краснодар : Экоинвест, 2011. – 152 с.
5. Касьянов Г.И. Возродить подготовку инженеров-консервщиков / Г.И. Касьянов, С.Б. Бережной, С.А. Удодов // В сборнике: V Международный Косыгинский Форум. Сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума «Современные инженерные проблемы ключевых отраслей экономики». – М., 2025. – С. 69–73.
6. Касьянов Г.И. Технологии конструирования состава функциональных мясных снеков / Г.И. Касьянов, А.А. Михайлов // 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. 319–321.
7. Касьянов Г.И. Ресурсосберегающие технологии мясорастительных продуктов с использованием LEAN-концепции / Г.И. Касьянов, Н.Б. Савицких, Е.В. Шейкина // В сборнике: Производственные системы будущего: опыт внедрения Lean и экологических решений. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – Кемерово, 2025. – С. 103.1–103.5.
8. Использование фитопрепаратов в технологии мясопродуктов профилактической направленности / Г.И. Касьянов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2009. – № 1(307). – С. 41–43.
9. Касьянов Г.И. Технология продуктов детского питания. Учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности 271400 «Технология продуктов детского и функционального назначения» / Сер. Высшее образование. – М. : Академия, 2003. – 223 с. ISBN 5-7695-1227-X
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. Магомедов А.М. Новые технологические решения тепличного выращивания овощей и плодов / А.М. Магомедов, Г.И. Касьянов, И.С. Мостовой // 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. 258–260.
12. Медведев А.М. Производство сухих завтраков из комбинированного мясорастительного сырья на автоматизированной экструзионной установке / А.М. Медведев, Г.И. Касьянов, Яренков М.А. // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 4. – С. 91–98.
13. Ольховатов Е.А. Интегративное решение неразрушающей стерилизации сырья хлебных злаков, зернобобовых и масличных культур для длительного хранения / Е.А. Ольховатов, Г.И. Касьянов, В.Ю. Айрумян // 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. 281–289.
14. Ольховатов Е.А. Решение проблемы дефицита белка в питании и кормопроизводстве с применением культуры Rhizopus Oligosporus / Е.А. Ольховатов, С.В. Копыльцов, Г.И. Касьянов // В сборнике: V Международный Косыгинский Форум. Сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума «Современные инженерные проблемы ключевых отраслей экономики». – М., 2025. – С. 125–131.
15. Пищевой структурообразователь / В.П. Гранатова, Г.И. Касьянов, О.И. Квасенков // Патент на изобретение RU 2148365. Заявка № 99116436/13 от 30.07.1999. Опубл. 10.05.2000.
16. Способ защиты поверхности плодов и установка для его осуществления / Г.И. Касьянов, О.И. Квасенков // Патент на изобретение RU 2060671. Заявка № 94007834/13 от 10.03.1994. Опубл. 27.05.1996.
17. Способ получения замутненного цитрусового напитка / О.И. Квасенков, Г.И. Касьянов, Э.С. Гореньков // Патент на изобретение RU 2060694. Заявка № 93057205/13 от 28.12.1993. Опубл. 27.05.1996.
18. Способ получения фруктового кваса / Г.В. Володзько, О.В. Лысикова, Г.И. Касьянов, О.И. Квасенков // Патент на изобретение RU 2067113. Заявка № 5032746/13 от 16.01.1992. Опубл. 27.09.1996.
19. Способ производства пектина / О.И. Квасенков, В.Ю. Бархатов, Г.И. Касьянов, Н.В. Липицкая // Патент на изобретение RU 2132335. Заявка № 97116375/04 от 03.10.1997. Опубл. 27.06.1999.
20. 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. 114–119.
21. 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.
22. Современные молочно-белковые препараты: использование при производстве мясопродуктов с учётом функционально-технологических свойств / В.И. Шипулин [и др.] // В сборнике: Научное сотрудничество в Евразийском пространстве: цифровизация и модернизация промышленности с применением искусственного интеллекта. Материалы международного форума, посвящённого 35-летию Технологического университета Таджикистана. – Душанбе, 2025. – С. 307–313.
23. Advances in entrepreneurial economics and sustainable development the role of entrepreneurship in resolving modern Global economic problems / I.A. Derenkova [et al.] // Chapter 3: Breakthrough technologies in the production of enriched food products from plant and animal raw materials. – 2026. – P. 23–33. – URL : https://doi.org/10.1142/9789819815913_0003

References

1. Baryshev M.G. Electromagnetic processing of raw materials of plant and animal origin / M.G. Baryshev, G.I. Kasyanov. Krasnodar: KubSTU, 2002. – 220 p.
2. Zaporozhsky A.A. On the quality and safety management system of food products / A.A. Zaporozhsky, G.I. Kasyanov, E.Yu. Mishkevich // Equipment and technology of food production. – 2013. – № 4(31). – P. 17–21.
3. 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. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2025. – № 4. – P. 32–37.

4. Iltyakov AV Protein Components in Meat Product Technology / A.V. Iltyakov, V.V .Pryanishnikov, G.I. Kasyanov. – Krasnodar : Ecoinvest, 2011. – 152 p.
5. Kasyanov G.I. Revive the Training of Canning Engineers / G.I. Kasyanov, S.B. Berezhnoy, S.A. Udovov // In the collection: V International Kosygin Forum. Collection of scientific papers of the International Scientific and Technical Symposium «Modern Engineering Problems of Key Sectors of the Economy». – M., 2025. – P. 69–73.
6. Kasyanov G.I. Technologies for Designing the Composition of Functional Meat Snacks / G.I. Kasyanov, A.A. Mikhailov // In the collection: Innovations in the Food Industry and Service. Collection of materials from 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. 319–321.
7. Kasyanov G.I. Resource-saving technologies of meat and plant products using the LEAN concept / G.I. Kasyanov, N.B. Savitskikh, E.V. Sheykina // In the collection: Production systems of the future: experience of implementing Lean and environmental solutions. Proceedings of the IV International scientific and practical conference. – Kemerovo, 2025. – P. 103.1–103.5.
8. Use of herbal preparations in the technology of meat products for preventive purposes / G.I. Kasyanov [et al.] // News of higher educational institutions. Food technology. – 2009. – № 1 (307). – P. 41–43.
9. Kasyanov G.I. Technology of baby food products. Textbook for university students studying in the specialty 271400 «Technology of products for children and functional purposes» / Series Higher education. – M. : Academy, 2003. – 223 p. ISBN 5-7695-1227-X
10. Kasyanov D.G. Evaluation of the impact of methods for inactivating antinutrients in cereals and beans on the nutritional value of manufactured products / D.G. Kasyanov, A.V. Zolotokopov // In the collection: Modern aspects of 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 foundation of the All-Russian public organization «Russian Engineering Academy». – Krasnodar, 2025. – P. 359–364.
11. Magomedov A.M. New technological solutions for greenhouse cultivation of vegetables and fruits / A.M. Magomedov, G.I. Kasyanov, I.S. Mostovoy // In the collection: Innovations in the food industry and service. Collection of materials from 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. 258–260.
12. Medvedev A.M. Production of dry breakfast cereals from combined meat and vegetable raw materials using an automated extrusion unit / A.M. Medvedev, G.I. Kasyanov, M.A. Yarenkov // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2025. – № 4. – P. 91–98.
13. Olkhovatov E.A. Integrated solution for non-destructive sterilization of raw materials of cereals, legumes and oilseeds for long-term storage / E.A. Olkhovatov, G.I. Ayrumyan // In the collection: Modern aspects of 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 foundation of the All-Russian public organization «Russian Engineering Academy». – Krasnodar, 2025. – P. 281–289.
14. Olkhovatov E.A. Solving the Problem of Protein Deficiency in Nutrition and Forage Production Using Rhizopus Oligosporus Culture / E.A. Olkhovatov, S.V. Kopyltsov, G.I. Kasyanov // In the collection: V International Kosygin Forum. Collection of scientific papers of the International Scientific and Technical Symposium «Modern Engineering Problems of Key Branches of the Economy». – M., 2025. – P. 125–131.
15. Food structure-forming agent / V.P. Granatova, G.I. Kasyanov, O.I. Kvasenkov // Patent for invention RU 2148365. Application № 99116436/13 dated July 30, 1999. Published May 10, 2000.
16. Method for protecting the surface of fruit and an apparatus for implementing it / G.I. Kasyanov, O.I. Kvasenkov // Patent for invention RU 2060671. Application № 94007834/13 dated 10.03.1994. Published on 27.05.1996.
17. Method for producing a cloudy citrus drink / O.I. Kvasenkov, G.I. Kasyanov, E.S. Gorenkov // Patent for invention RU 2060694. Application № 93057205/13 dated 28.12.1993. Published on 27.05.1996.
18. Method for producing fruit kvass / G.V. Volodzko, O.V. Lysikova, G.I. Kasyanov, O.I. Kvasenkov // Patent for invention RU 2067113. Application № 5032746/13 dated 16.01.1992. Published on 27.09.1996.
19. Method for producing pectin / O.I. Kvasenkov, V.Yu. Barkhatov, G.I. Kasyanov, N.V. Lipitskaya // Patent for invention RU 2132335. Application № 97116375/04 dated 03.10.1997. Published on 27.06.1999.

20. Sheykina E.V. Economic Efficiency of Combined Meat-Vegetable Products with Antioxidant Properties / E.V. Sheykina, G.I. Kasyanov, N.L. Zhiznevskaya // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2025. – № 4. – P. 114–119.
21. Sheykina E.V. Lifestyle and Diet Features of People Engaged in Intellectual Work and Those Leading a Sedentary Lifestyle / E.V. Sheykina, V.N. Savin, G.I. Kasyanov // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2025. – № 2. – P. 188–196.
22. Modern milk protein preparations: use in the production of meat products taking into account the functional and technological properties / V.I. Shipulin [et al.] // In the collection: Scientific cooperation in the Eurasian space: digitalization and modernization of industry using artificial intelligence. Proceedings of the international forum dedicated to the 35th anniversary of the Technological University of Tajikistan. – Dushanbe, 2025. – P. 307–313.
23. Advances in entrepreneurial economics and sustainable development the role of entrepreneurship in resolving modern Global economic problems / I.A. Derenkova [et al.] // Chapter 3: Breakthrough technologies in the production of enriched food products from plant and animal raw materials. – 2026. – P. 23–33. – URL : https://doi.org/10.1142/9789819815913_0003

УДК 622.276

АНАЛИЗ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ РАБОТЫ СКВАЖИН СЕНОМАНСКОЙ ГАЗОВОЙ ЗАЛЕЖИ НА ПОЗДНЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ

♦♦♦♦♦

UNCERTAINTY ANALYSIS OF PROCESS PARAMETERS IN MODELLING WELL PERFORMANCE IN LATE-STAGE CENOMANIAN GAS FIELDS

Щипанов Павел Андреевич
аспирант,
кафедра разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений,
Тюменский индустриальный университет
shipanovpavel@yandex.ru

Аннотация. В статье на примере газовых скважин сеноманской залежи Ямбургского месторождения рассматриваются проблемы моделирования фонда самозадавливающихся скважин в условиях существующих неопределённостей технологических параметров их работы и технического состояния. Предложены возможные способы учета неопределенностей на примере создания технологической модели кустов газовых скважин, оснащенных модульными компрессорными установками.

Ключевые слова: Сеноманская газовая залежь, технологический режим, узловой анализ, самозадавливающиеся скважины.

Shchipanov Pavel Andreevich
Graduate Student,
Department of Oil and Gas Field Development and Operation,
Tyumen Industrial University
shipanovpavel@yandex.ru

Annotation. Using gas wells from the Cenomanian reservoir of the Yamburgskoye field as an example, this article examines the challenges of modelling liquid-loaded gas wells under the existing uncertainties of process operating parameters and well technical conditions. Possible methods for uncertainties accounting are proposed using the example of creating a process model for gas well clusters equipped with modular compressor units.

Keywords: Cenomanian gas reservoir, process conditions, nodal analysis, self-destructing wells.

Большинство уникальных сеноманских газовых залежей севера Тюменской области вступили в стадию завершающей добычи. Ввод разработку залежи ПК1 Ямбургского месторождения осуществлен в 1986 г., а на 2025 г. из залежи отобрано около 70 % от начальных геологических запасов. При такой выработке и существующих пластовых давлениях (на основной площади – от 0,8 до 1,0 МПа абс.) около 40 % действующего фонда скважин работают в режиме самозадавливания. По мере снижения пластового давления и продуктивных характеристик скважин возникает ситуация, при которой скорость газа на забое не обеспечивает вынос жидкости и твердых частиц коллектора. По этой причине на забое скважины скапливается столб конденсационной жидкости, происходит рост текущего забоя за счет оседания взвеси песчано-глинистых частиц, что в сочетании с пресной конденсационной водой вызывает «набухание» последней и еще сильнее ухудшает состояние забоя. Также, имеет место обводнение скважин пластовой водой за счет подтягивания уровня газо-водяного контакта.

В целом по сеноманской залежи, примерно на 40 % скважин действующего фонда скорость газожидкостного потока на башмаке лифтовой колонны недостаточна для выноса скапливающейся жидкости к устью жидкости, что приводит к невозможности стабильной работы в шлейф и необходимости проведения регулярных продувок.

На примере скважин газового промысла № 5 выполнен анализ работы фонда (рис. 1). Так, в бездействии находятся 21 % всего фонда, стабильно работать в шлейф могут только 34 % скважин, 45 % – относятся к самозадавливающимся, согласно промысловым данным на них выполняются периодические продувки в атмосферу. Кроме того, при сопоставлении данных о продувках скважин в 2025 году с расчетами критерия выноса по методике Точигина [1, с. 42] на рабочем режиме скважины, отмечено, что для стабильного выноса жидкости с забоя фактическая скорость потока должна превышать рассчитанную по данному критерию в 1,5 раза (в данном случае принято, что $V_{кр} = 1{,}5\ V_{Точигин}$).

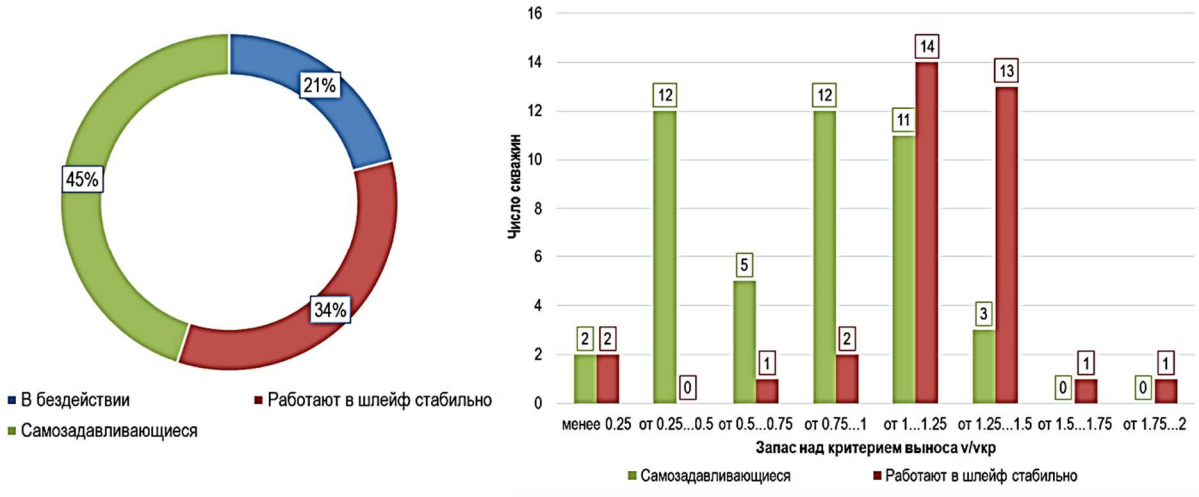


Рисунок 1 – Статистические данные, характеризующие проблемы эксплуатации фонда

С точки зрения моделирования важно отметить, что текущий режим работы скважин характеризуется высокой неопределенностью, в силу отсутствия телеметрии на большей части фонда. Наиболее достоверным фактическим параметром работы, на который непрерывно настраивается скважина в гидродинамической модели (ГДМ) является устьевое давление по данным месячного эксплуатационного рапорта и величина общепромысловой добычи. Таким образом, на самозадалвающихся скважинах, расположенных в выработанных зонах пласта ПК1, отсутствует постоянный контроль дебита и устьевых параметров работы. Ежегодно проводятся замеры статического давления, газодинамические исследования (ГДИ) на режимах – раз в три года (рис. 2) [2, с. 130].



Рисунок 2 – Исходные данный для актуализации
и адаптации гидродинамической модели рассматриваемого объекта

С началом внедрения системы распределенного компримирования (ввод модульных компрессорных установок – МКУ [3, с. 408]) появился новый источник промысловой информации, позволяющий получить представление о работе группы скважин: МКУ оснащены системой телеметрии, позволяющей контролировать давление входа и выхода из компрессора, расход газа по кусту. При внедрении МКУ отмечалось невыполнение технологического режима при их испытании: при установлении рассчитанного на модели давления на входе в компрессор не достигаются фактические расходы.

Чтобы выявить перечень неопределённостей и отразить количественно их влияние на процесс моделирования эксплуатации газовых скважин, создавались технологические модели отдельной взятых кустов (групп скважин) в ПО «ТНавигатор», модуле «Дизайнер сетей» совместно с модулем «Дизайнер скважин».

Процесс создания модели куста автоматизирован за счет трех рабочих процессов. На *первом этапе* – «Подготовка исходных данных» происходит формирование рабочей директории, куда осуществляется выгрузка информации о конструкции скважин, исследованиях скважин, данные телеметрии, таблиц потерь давления по шлейфам из ГДМ.

На *втором этапе* для каждой скважины куста создается отдельный проект с загрузкой в него данных из этапа 1. На их основе создается модель скважины [4, с. 49], включающая:

– модель потерь давления (VLP) по стволу скважины и адаптируется на фактические данные.

– модель притока IPR: настраивается на факт и приводится к текущей дате с помощью актуального замера пластового давления.

На *третьем этапе* выполнялось воспроизведение узловых элементов сети «скважины – МКУ – ГСС – вход в ЗПА», соединение элементов сети между собой, увязка проектов моделей скважин (созданных на этапе 2), модели флюида и модели сети. Схема получившейся модели показана на рисунке 3.

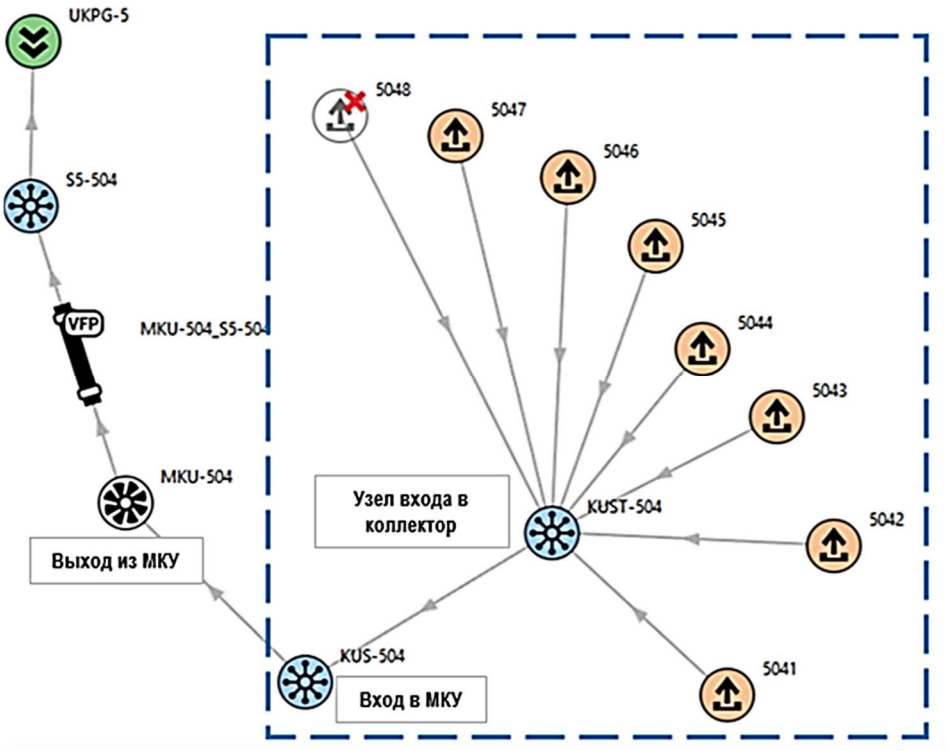


Рисунок 3 – Схема модели группы скважин

В данной работе для изучения неопределенностей технологических параметров работы скважин рассматривался сектор модели сети (на рис. 3 отмечен пунктирной рамкой) и по имеющимся данным телеметрии МКУ, задавалось давление на выходе из куста, равное давлению входа в компрессор. Рассчитанные таким образом расходы газа по кустам, оснащённым МКУ, оказались значительно выше фактических. Например, при давлении входа в компрессор куста № 504 в 4,2 бар рассчитанный расход составил 641 тыс. м^3/сут. при фактическом – 426 тыс. м^3/сут. Аналогичная ситуация получена и для других кустов.

На втором этапе, с помощью итеративных расчетов, определен перечень неопределенностей, произведено ранжирование по величине вклада параметра в ошибку определения суммарного дебита скважин куста:

1. Для скважин со «старыми» ГДИ (более 1,5 лет) считаем необходимым производить в модели учет увеличения потерь давления по стволу, обозначающий наличие жидкостных пробок в стволе.

2. Самозадавливающиеся скважины фактически могут работать с периодическими остановками при смене режима работы МКУ.

3. Между устьем каждой скважины и входом в МКУ существуют гидравлические потери давления до 1 бар.

На каждом из моделируемых кустов было от 2 до 3 скважин со «старыми» ГДИ. Для них выполнялся анализ наличия столба жидкости в стволе по данным «ста-

рого» исследования, анализ устьевых температур и принималось решение о необходимости моделирования увеличения потерь давления на величину до 1 бара за счет корректировки коэффициента гидростатики.

Для учета последней неопределённости в схему куста добавлено устройство, моделирующее дополнительный перепад давления между устьем каждой скважины и входом в МКУ. С помощью варьирования этого перепада методами автоматизированной адаптации достигалась наилучшая сходимость модельного и фактического расхода по кусту.

На основе фактических материалов эксплуатации куста при помощи адресного варьирования и анализа скоростей потока, определялся состав работающих скважин. При выполнении численных экспериментов формировался набор сценариев, в которых в работе предполагались разные скважины, что имитировало возможность отключения нестабильно работающих самозадавливающихся скважин. На рис. 4 показано сравнение результатов расчетов модели согласно описанному выше подходу. Из графиков видно, что изменение режима работы МКУ приводит к отключение и включению потенциально самозадавливающихся скважин.

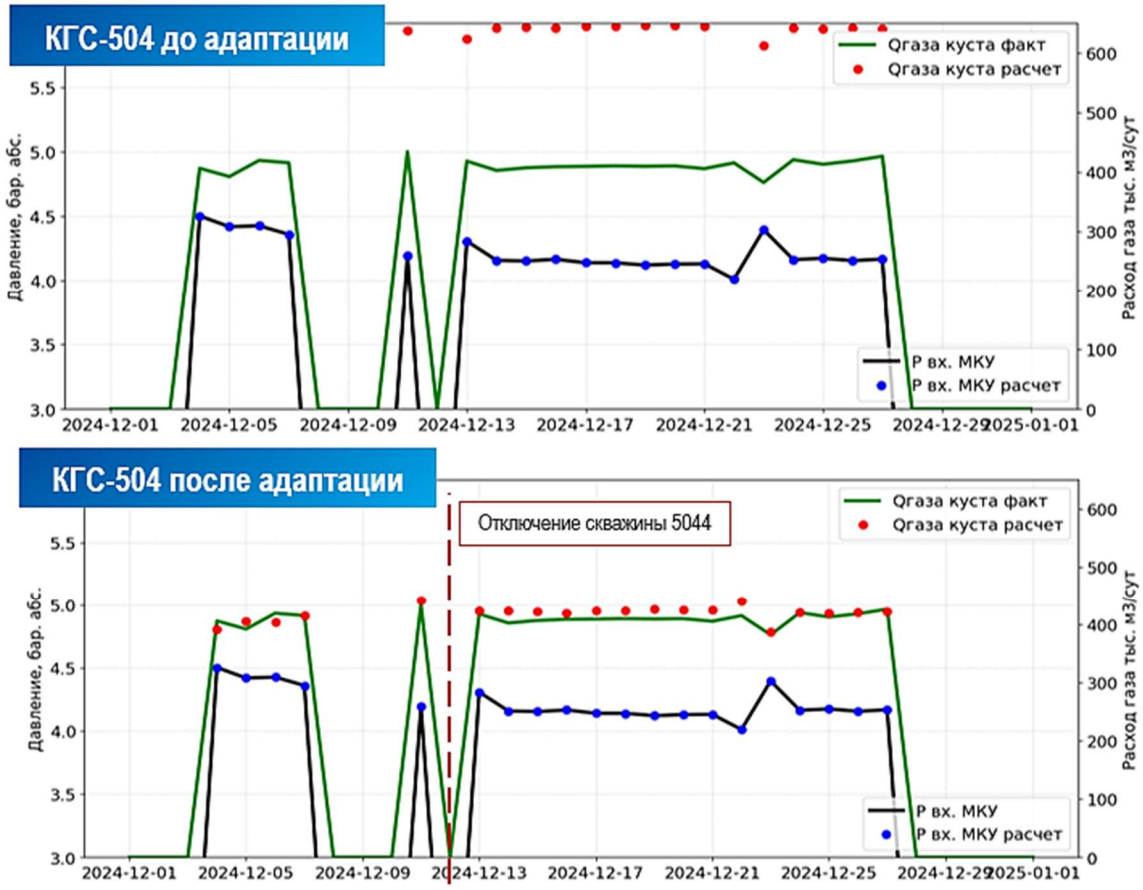


Рисунок 4 – Результатов расчетов модели до и после адаптации

Таким образом, предложенный алгоритм адаптации и учета неопределенностей позволил выявить причины несоответствия расчётного и фактического технологического режима кустов скважин с МКУ, минимизировать отклонения расчетных параметров от фактических данных с 50 % до допустимых 5 %.

Литература

1. Изюмченко Д.В. Газожидкостные потоки в вертикальных трубах: парадоксы гидродинамики / Д.В. Изюмченко, О.В. Николаев, С.А. Шулепин // Научно-технический сборник «Вести газовой науки». – 2013. – № 4(15). – С. 36–45.

2. Дополнение к технологическому проекту разработки сеноманской газовой залежи Ямбургского нефтегазоконденсатного месторождения: Отчет о НИР / ООО «Газпром проектирование». – Тюмень, 2017.
3. Щипанов П.А. Анализ результатов ГТМ на газовых скважинах сеноманской залежи в условиях поздней стадии разработки (на примере Ямбургского месторождения) // Актуальные проблемы научного знания. Новые технологии ТЭК-2025: Материалы IX Международной научно-практической конференции, Тюмень, 25–26 апреля 2025 года. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2025. – С. 129–134.
4. Ли Джеймс. Эксплуатация обводняющихся газовых скважин. Технологические решения по удалению жидкости из скважин / Ли Джеймс, Никенс Генри, Уэллс Майкл; Пер. с англ. – М. : ООО «Премиум Инжиниринг», 2008. – 384 с.

References

1. Izyumchenko D.V. Gas-liquid flows in vertical pipes: paradoxes of hydrodynamics / D.V. Izyumchenko, O.V. Nikolaev, S.A. Shulepin // Scientific and technical collection «News of gas science». – 2013. – № 4(15). – P. 36–45.
2. Supplement to the technological project for the development of the Cenomanian gas deposit of the Yamburg oil and gas condensate field: Research Report / Gazprom Proektirovanie LLC. – Tyumen, 2017.
3. Shchipanov P.A. Analysis of the results of GTM on gas wells of the Cenomanian deposit under conditions of a late stage of development (using the Yamburgskoye field as an example) // Actual problems of scientific knowledge. New Technologies for the Fuel and Energy Complex-2025: Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference, Tyumen, April 25–26, 2025. – Tyumen : Tyumen Industrial University, 2025. – P. 129–134.
4. Lee James. Operation of Flooded Gas Wells. Technological Solutions for Removing Fluid from Wells / Lee, James, Nickens, Henry, Wells, Michael; Transl. from English. – M. : Premium Engineering, LLC, 2008. – 384 p.

УДК 620.193:624

ВЛИЯНИЕ КОРРОЗИИ НА ПРОЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ И МЕТОДЫ ЕЁ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

♦♦♦♦♦

THE INFLUENCE OF CORROSION ON THE STRENGTH OF STRUCTURES AND METHODS OF ITS PREVENTION

Энкина Виктория Эдуардовна
студентка 2 курса,
Кубанский государственный технологический университет
vikaenkina@icloud.com

Шакурова Ксения Евгеньевна
студентка 2 курса,
Кубанский государственный технологический университет
sapojnika@yandex.ru

Аннотация. Коррозия является одной из основных причин снижения прочности и долговечности строительных и инженерных конструкций. В статье рассматриваются механизмы коррозионного разрушения материалов, его влияние на физико-механические характеристики конструкций, а также анализируются статистические данные о масштабах экономических потерь, связанных с коррозией. Представлены современные методы предотвращения коррозионных повреждений, включая защитные покрытия, конструктивные решения и системы контроля состояния объектов. Особое внимание уделено комплексному подходу к борьбе с коррозией и перспективным направлениям в разработке новых технологий. Полученные результаты подчёркивают необходимость постоянного мониторинга, оптимизации проектных решений и применения инновационных материалов для повышения безопасности эксплуатации сооружений и продления их срока службы.

Ключевые слова: коррозия, прочность конструкций, защитные меры, строительные материалы, коррозионная устойчивость, методы контроля, профилактика разрушений, долговечность сооружений.

Enkina Victoria Eduardovna
2nd year Student,
Kuban State Technological University
vikaenkina@icloud.com

Shakurova Ksenia Evgenievna
2nd year Student,
Kuban State Technological University
sapojnika@yandex.ru

Annotation. Corrosion is one of the main causes of reduced strength and durability of building and engineering structures. The article discusses the mechanisms of corrosion destruction of materials, its impact on the physical and mechanical properties of structures, and analyzes statistical data on the scale of economic losses associated with corrosion. Modern methods for preventing corrosion damage, including protective coatings, design solutions and systems for monitoring the condition of objects, are presented. Particular attention is paid to an integrated approach to combating corrosion and promising areas in the development of new technologies. The results obtained emphasize the need for continuous monitoring, optimization of design solutions and the use of innovative materials to improve the safety of operation of structures and extend their service life.

Keywords: corrosion, structural strength, protective measures, building materials, corrosion resistance, control methods, prevention of destruction, durability of structures.

Коррозия представляет собой естественный процесс разрушения материалов под воздействием окружающей среды и является одной из основных причин снижения прочности строительных, промышленных и инженерных конструкций. Воздействие факторов, таких как влажность, агрессивные химические вещества, колебания температур, а также механические нагрузки, приводит к ухудшению структуры материалов, изменению их физико-механических свойств и, в конечном итоге, к потере эксплуатационной надёжности. Особенно подвержены коррозии металлические конструкции, используемые в строительстве зданий, мостов, трубопроводов и других критически важных объектов [1].

Изучение влияния коррозии на прочностные характеристики конструкционных материалов требует применения комплекса экспериментальных и аналитических методов. В рамках данного исследования используются следующие подходы:

– Механические испытания. Проводится тестирование образцов материалов на разрыв, сжатие, изгиб и усталость до и после воздействия коррозионной среды. Это позволяет количественно определить снижение прочности и деформационных характеристик.

– Металлографический анализ. Используется для изучения изменений микроструктуры материала, выявления локальных зон разрушения, питтингов и трещин, вызванных коррозией [2].

– Электрохимические методы. Оценка скорости коррозии осуществляется с помощью потенциостатических и гальваностатических исследований, а также методов поляризационной резистометрии.

– Неразрушающий контроль. Применяются методы ультразвуковой диагностики, вихретоковый контроль, радиографические исследования для выявления скрытых дефектов, вызванных коррозией.

– Математическое моделирование. С использованием специализированных программных комплексов моделируются процессы коррозионного разрушения для прогнозирования сроков службы конструкций в различных условиях эксплуатации.

Комплексное использование этих методов позволяет получить полное представление о степени повреждения материалов, механизмах коррозионного разрушения и оценить эффективность применяемых защитных мероприятий.

Целью настоящего исследования является всесторонний анализ влияния коррозионных процессов на прочностные характеристики строительных и инженерных конструкций. Исследование направлено на выявление механизмов разрушения материалов под воздействием различных форм коррозии, определение закономерностей изменения их физико-механических свойств и разработку рекомендаций по повышению устойчивости конструкций к агрессивным воздействиям окружающей среды.

В рамках поставленной цели планируется провести оценку степени снижения прочности материалов в зависимости от характера и скорости коррозионных процессов, обобщить существующие методы защиты, а также определить наиболее эффективные технологии профилактики и замедления коррозионного разрушения. Особое внимание уделяется практическому применению полученных данных для обеспечения безопасности эксплуатации объектов и увеличения их срока службы в реальных условиях.

Основные последствия коррозии:

– Снижение прочности на разрыв и сжатие: Коррозия приводит к уменьшению эффективного сечения металлических элементов, что снижает их способность выдерживать нагрузки [3].

– Увеличение хрупкости материала: Коррозионные процессы могут вызывать микротрещины и дефекты, способствующие хрупкому разрушению конструкций.

– Потеря сцепления между материалами: В железобетонных конструкциях коррозия арматуры снижает адгезию между сталью и бетоном, что ослабляет общую структуру.

По данным исследований, экономические потери от коррозии в промышленно развитых странах составляют от 2 до 4 % валового национального продукта. В частности, в США ущерб от коррозии и затраты на борьбу с ней составили 3,1 % от ВВП, что эквивалентно 276 млрд долларов.

В России ежегодно от 5 до 10 % транспортных и строительных конструкций выходят из строя или требуют ремонта из-за коррозионных повреждений.

Для обеспечения долговечности и надежности конструкций применяются различные методы защиты от коррозии:

– Конструктивные меры: Проектирование деталей с учетом минимизации застойных зон влаги и обеспечения дренажа.

– Технологические меры: Использование коррозионностойких материалов, нанесение защитных покрытий, применение ингибиторов коррозии.

– Эксплуатационные меры: Регулярный контроль состояния конструкций, проведение плановых ремонтов и восстановительных работ [4].

Коррозионные процессы оказывают критическое воздействие на прочность и надёжность строительных, транспортных и промышленных конструкций. Результаты исследования подтверждают, что коррозия способна вызывать значительное снижение механических характеристик материалов, провоцировать развитие дефектов и ускоренное разрушение конструкций, что приводит к серьёзным экономическим потерям и угрозам безопасности эксплуатации.

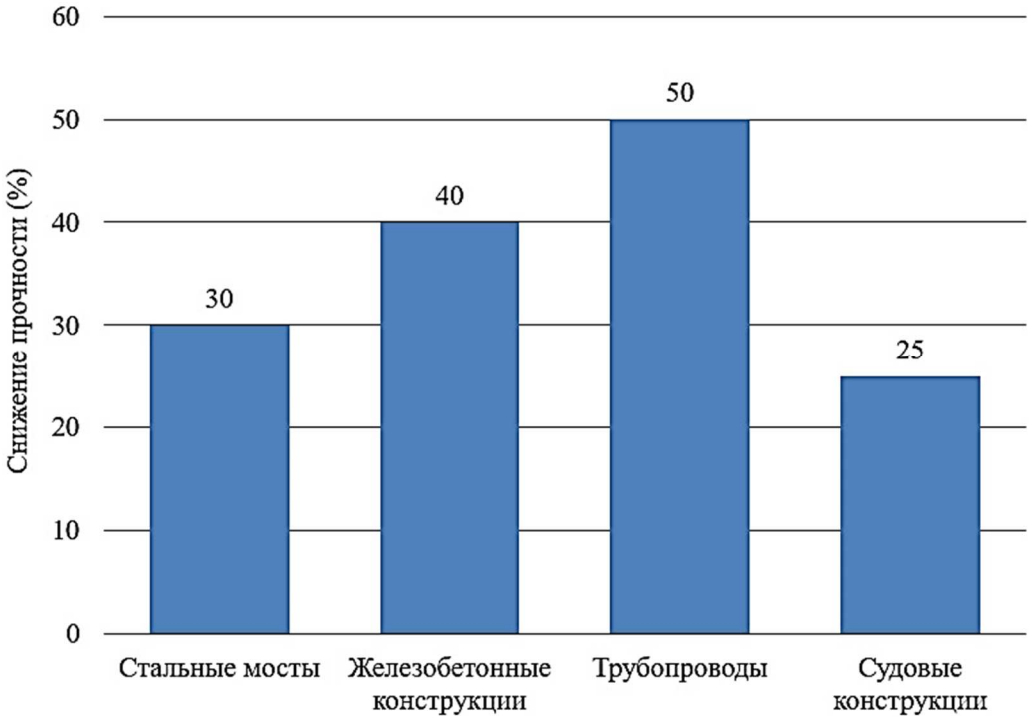


Рисунок 1 – Влияние коррозии на прочностные характеристики конструкций

С учётом масштабности проблемы и высокого уровня риска, борьба с коррозией должна строиться на системном подходе, включающем:

– разработку и использование новых, более устойчивых к коррозии материалов;

– применение эффективных методов защиты, таких как многослойные покрытия, катодная защита и ингибиторы коррозии;

– регулярное проведение неразрушающего контроля состояния конструкций и раннего выявления очагов разрушения;

– оптимизацию проектных решений с целью минимизации воздействия агрессивных факторов окружающей среды;

– формирование системы планового технического обслуживания и ремонта объектов.

Кроме того, перспективными направлениями являются внедрение интеллектуальных систем мониторинга на базе сенсоров и разработка самовосстанавливающихся материалов. Обеспечение комплексной защиты от коррозии позволит существенно увеличить срок службы сооружений, снизить затраты на ремонт и повысить общую безопасность эксплуатации.

Таким образом, повышение коррозионной устойчивости конструкций должно рассматриваться как один из ключевых факторов устойчивого развития строительной и промышленной отраслей.

Литература

1. Lushnikova V.Y. The effect of reinforcement corrosion on the adhesion between reinforcement and concrete / V.Y. Lushnikova, A.G. Tamrazyan // Magazine of Civil Engineering. – 2018. – № 4 (80). – P. 128–137.
2. Желдаков Д.Ю. Химическая коррозия кирпичной кладки. Протекание процесса // Строительные материалы. – 2019. – № 4. – С. 36–43.
3. Леонова А.Н. Электрохимическая коррозия металлов / А.Н. Леонова, Е.С. Мягкова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2021. – № 4. – С. 119–121.
4. Инчик В.В. Эрозия и коррозия кирпичной кладки // Вестник гражданских инженеров. – 2004. – № 1. – С. 92–98.

5. Молодин В.В. Сцепление бетона восстановления с коррозионно-деструктурированной железобетонной конструкцией / В.В. Молодин, С.Н. Леонович // Наука и техника. – 2022. – Т. 21. – № 1. – С. 36–41.
6. Леонова А.Н. Сравнительный анализ различных способов защиты металлических конструкций от коррозии / А.Н. Леонова, А.И. Кайшева, А.М. Лунёв // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 1. – С. 118–123.

References

1. Lushnikova V.Y. The effect of reinforcement corrosion on the adhesion between reinforcement and concrete / V.Y. Lushnikova, A.G. Tamrazyan // Magazine of Civil Engineering. – 2018. – № 4 (80). – P. 128–137.
2. Zheldakov D.Yu. Chemical corrosion of brickwork. Process flow // Construction materials. – 2019. – № 4. – P. 36–43.
3. Leonova A.N. Electrochemical Corrosion of Metals / A.N. Leonova, E.S. Myagkova // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2021. – № 4. – P. 119–121.
4. Inchik V.V. Erosion and corrosion of brickwork // Bulletin of civil engineers. – 2004. – № 1. – P. 92–98.
5. Molodin V.V. Adhesion of restoration concrete to a corrosion-degraded reinforced concrete structure / V.V. Molodin, S.N. Leonovich // Science and Technology. – 2022. – Vol. 21. – № 1. – P. 36–41.
6. Leonova A.N. Comparative Analysis of Various Methods of Protecting Metal Structures from Corrosion / A.N. Leonova, A.I. Kaisheva, A.M. Lunev // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 1. – P. 118–123.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

•••••••

SCIENCES ABOUT THE EARTH

УДК 622.276

ПЛАНИРОВАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ОБЪЕМА ЗАКАЧКИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МНОГОСТАДИЙНОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВЯЗКОЙ НЕФТИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

♦♦♦♦♦

PLANNING AND JUSTIFICATION OF CHEMICAL INJECTION VOLUMES FOR MULTISTAGE HYDRAULIC FRACTURING OF VISCOUS OIL FIELDS IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Степанов Руслан Илдарович
аспирант кафедры разработки
и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений,
Институт нефти и газа,
Сибирский Федеральный университет
rusya.stepanov.2017@bk.ru

Аннотация. Гидравлический разрыв пласта является уникальной технологией интенсификации добычи и повышения нефтеотдачи месторождений. Особенно он эффективен в низкопроницаемых коллекторах и месторождениях, характеризующихся нефтями повышенной вязкости. В зависимости от цели проведения ГТМ мероприятие проводится как в классической, так и многостадийной вариации. Эффективность технологии зависит в первую очередь от применяемых химических реагентов, для проведения мероприятия. В представленной работе рассматривается возможность планирования закачки химических реагентов, для одного из месторождений Татарстана.

Ключевые слова: гидравлический разрыв пласта, проппант, низкопроницаемый коллектор, вязкие нефти, химические реагенты.

Stepanov Ruslan Ildarovich
Graduate Student
of the Department of Oil and Gas Field Development and Operation,
Institute of Oil and Gas,
Siberian Federal University
rusya.stepanov.2017@bk.ru

Annotation. Hydraulic fracturing is a unique technology for intensifying production and enhancing oil recovery. It is particularly effective in low-permeability reservoirs and fields characterized by highly viscous oils. Depending on the purpose of the well intervention, the procedure is performed in either a classic or multistage version. The effectiveness of the technology depends primarily on the chemical reagents used. This paper examines the feasibility of scheduling chemical injection for a field in Tatarstan.

Keywords: hydraulic fracturing, proppant, low-permeability reservoir, viscous oils, chemicals.

Гидравлический разрыв пласта это один из наиболее эффективных методов интенсификации добычи нефти и газа. Он применяется в малопроницаемых коллекторах как на этапе первичного вскрытия пласта бурением, так и в процессе эксплуатации скважин. Наибольшее свое распространение он получил на месторождениях с крайне низкими фильтрационно-емкостными свойствами (Самотлорское, Приобское) или в случае его эксплуатации на поздней стадии разработки. Месторождения Татарстана характеризуются завершающей стадией разработки, которая характеризуется высокой ролью доли трудноизвлекаемых запасов, высокой обводненностью продукции, снижением потенциала скважин и технического состояния скважин. Имеются в данном регионе месторождения, которые имеют в своем составе вязкие и высоковязкие нефти. Особенности их характеризуются высоким содержанием в добываемой продукции АСПО. Это затрудняет процесс фильтрации флюидов и как следствие приток нефти и газа к забоям добывающих скважин. Эти сложные горно-геологические условия, несомненно, требуют применения методов интенсификации добычи нефти и газа, к которым относится ГРП.

Технологические жидкости для проведения гидравлического разрыва пласта, к которым относятся жидкость разрыва, жидкость носитель и продавочная жидкость [1]. Жидкость разрыва передает от насосов к породе гидравлическое давление, которое обеспечивает нарушение целостности пород с образованием новой трещины или же расширение уже существующих трещин.

Жидкость носитель применяется для транспортировки закрепляющего материала (проппанта) по трещине вглубь пласта. Продавочные жидкости закачивают в скважину для того, чтобы довести жидкость-носитель до забоя добывающей скважины. Объем за-

качиваемой продавочной жидкости равен примерному объему НКТ, эксплуатируемой на месторождении. К примерному расчетному объему НКТ прибавляет примерную величину объема исследуемого затрубного пространства, между башмаком НКТ и верхними дырами фильтра или интервала перфорации [2]. В качестве продавочной жидкости применяется вода или же рабочая жидкость, которая выступает в качестве линейного геля. В качестве предполагаемых добавок для проведения мероприятия могут выступать различные примеси, а именно тампонирующие материалы, пенообразователи и добавки для стабилизации глин. При эксплуатации месторождения необходимо учитывать естественные и технологические факторы, которые позволяют контролировать технологический процесс ГТМ [3]:

– структурные и литологические особенности расположения продуктивных пластов, положения кровли пластов положения водонефтяных и газонефтяных контактов;
– наличие горных напряжений и стрессов;
– физико-механические свойства продуктивного резервуара;
– величины пластового давления и пластовой температуры, объем закачиваемых технологических жидкостей, является одним из важнейших параметров при проведении гидравлического разрыва пласта, в том числе многостадийного гидравлического разрыва пласта. Наиболее популярным в условиях высоковязкой нефти является подбор закачки с применением трехфракционного метода, с последовательной закачкой проппанта 40/70, 20/40 и 12/20. Для закачки применяются тонкозернистый песок, основной объем закачиваемого песка и прочный крупнозернистый песок.

Заключение

В представленной работе рассмотрены применяемые методики составов гидравлического разрыва при проведении процессов интенсификации добычи месторождений высоковязкой нефти. Это требуется для увеличения эффективности гидравлического разрыва пласта и повышения проницаемости.

Литература

1. Гидроразрыв пласта в вертикальных и горизонтальных скважинах : учеб. пособие / Г.Г. Гилаев [и др.]. – М.; Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2020. – 304 с.
2. Антониади Д.Г. Теоретические основы разработки нефтяных и газовых месторождений: учеб. пособие / Д.Г. Антониади, О.В. Савенок, Н.А. Шостак. – Краснодар : Просвещение – Юг, 2011. – 203 с.
3. Салимов В.Г. Проектирование гидравлического разрыва пласта в системе Майера / В.Г. Салимов, А.В. Насыбуллин, О.В. Салимов. – М. : ОАО «ВНИИОЭНГ», 2008. – 156 с.
4. Гидравлический разрыв пласта как инструмент разработки месторождений Самарской области / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2014. – № 11. – С. 65–69.

References

1. Hydraulic fracturing in vertical and horizontal wells : tutorial / G.G. Gilaev [et al.]. – M.; Izhevsk : Institute of Computer Research, 2020. – 304 p.
2. Antoniadi D.G. Theoretical foundations of oil and gas field development: a tutorial / D.G. Antoniadi, O.V. Savenok, N.A. Shostak. – Krasnodar : Prosveshchenie – Yug, 2011. – 203 p.
3. Salimov V.G. Design of hydraulic fracturing in the Mayer system / V.G. Salimov, A.V. Nasybullin, O.V. Salimov. – M. : JSC VNIIOENG, 2008. – 156 p.
4. Hydraulic fracturing as a tool for developing oil fields in the Samara region / G.G. Gilaev [et al.]. // Oil industry. – 2014. – № 11. – P. 65–69.

УДК 622.276

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СКВАЖИН С ТРЕЩИНОЙ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

♦♦♦♦♦

JUSTIFICATION FOR THE USE OF VERTICAL WELLS WITH HYDRAULIC FRACTURING FOR THE DEVELOPMENT OF OIL AND GAS CONDENSATE FIELDS

Степанов Руслан Илдарович
аспирант кафедры разработки
и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений,
Институт нефти и газа,
Сибирский федеральный университет
rusya.stepanov.2017@bk.ru

Аннотация. Многие месторождения Российской федерации приурочены к наличию трудноизвлекаемых запасов, низкопроницаемого карбонатного резервуара, который в себя включает поры, трещины, каверны, в которых вмещается флюид и происходит фильтрация углеводородов. Наиболее часто при разработке столь уникальных по геологическому строению месторождений применяются горизонтальные скважины, однако они не всегда могут быть эффективными, ввиду технологий разработки. Однако для подъема нефти на поверхность могут применяются и вертикальные скважины, которые позволяют вести эффективную разработку месторождений. В работе представлено обоснование их применения с создаваемой трещиной гидравлического разрыва пласта для интенсификации добычи нефти и газа.

Ключевые слова: вертикальные скважины, добыча нефти и газа, гидравлический разрыв пласта.

Stepanov Ruslan Ildarovich
Graduate Student
of the Department of Oil and Gas Field Development and Operation,
Institute of Oil and Gas
Siberian Federal University
rusya.stepanov.2017@bk.ru

Annotation. Many fields in the Russian Federation are characterized by the presence of hard-to-recover reserves, low-permeability carbonate reservoirs containing pores, fractures, and caverns that house fluid and allow hydrocarbon filtration. Horizontal wells are most often used to develop these unique geological structures of these fields; however, they may not always be effective due to development technologies. However, vertical wells can also be used to lift oil to the surface, enabling efficient field development. This paper presents a rationale for their use, along with hydraulic fracturing, to intensify oil and gas production.

Keywords: vertical wells, oil and gas production, hydraulic fracturing.

Вертикальные скважины для добычи нефти и газа

Вертикальной скважиной называют скважину, у которой угол отклонения ствола от вертикали и ее величины не превышает примерную величину, равную 5°. Анализируя добычу нефти и газа, можно сделать вывод, что добыча и движение флюидов жидкости нефти и газа, все зависит от формы размеров каналов, пор, трещин и каверн продуктивного пласта. Чаще всего движение жидкости нефти и газа происходит в пористой или же трещиноватой среде. Поровое пространство продуктивной породы рассматривается как система, в которой при которой происходит движение однородной жидкости [1]. Сети пор и трещин в продуктивном резервуаре формируют сплошную среду природного продуктивного пласта, который в целом формирует и образует пористость. Расположенные в сети пор и трещин флюиды, что объясняется процессом фильтрации флюидов. Так движение жидкости объясняется применением закона фильтрации – закона Дарси:

Дебит вертикальной скважины определяется применением выражения:

$$Q = \frac{2\pi kh * \Delta P}{\mu_H * \ln\left(\frac{R_k}{r_c}\right)}, \quad (1)$$

где k – проницаемость мкм^2, h – эффективная нефтегазонасыщенная толщина м, ΔP – депрессия на пласт МПа, $\mu_н$ – вязкость нефти МПа * с, R_k – радиус зоны дренирования м, r_c – радиус скважины м.

Гидравлическим разрывом пласта называют технологический процесс увеличения проницаемости призабойной и удаленной зоны пласта, путем расширения естественных трещин продуктивного пласта или создания новых [2]. Сущность технологии представляет собой нагнетание в призабойную зону скважин жидкости под высоким давлением, которое в целом превышает горное давление и прочностные свойства горной породы. ГРП проводится как одно, так и многократно, для создания единичных или множественных трещин ГРП, для увеличения гидродинамической связи системы пласт-скважина. Наиболее предпочтительной технологией для увеличения продуктивности вертикальных скважин является применение избирательного и селективного гидравлического разрыва пласта. Образование трещин в таком плане образуются по продуктивному разрезу исследуемой скважины. Чаще всего подвергается пропласток или участок, который обладает низкими величинами проницаемости. Перед проведением ГРП проводятся работы по дополнительной перфорации. Происходит поток жидкости, который позволяет создать шары и закрывать перфорацией. Типоразмер и материал шаров выбирается под заданные термобарические условия, а примерный диаметр шара около 12–18 мм. Один применяемый шар чаще всего перекрывает одно перфорационное отверстие. Это чаще всего достигается применением уменьшением или прекращением потока жидкости разрыва, в образовавшуюся трещину. Наблюдается рост давления на забое, которое приводит к образованию трещины в другом прослое. Применение такой технологии позволяет проводить адресное воздействие и стимулирование методом ГРП, каждого из интервалов без проведения дополнительных СПО, данная технология является успешным применением в качестве методики ГРП в вертикальных скважинах [3]. Такой технологией возможно применение многократных операций по проведению в добывающем фонде скважин, для обеспечения образования нескольких трещин по всей вскрытой продуктивной толще пласта. Чаще всего она проводится разобщением продуктивной толщи на отдельные зоны, а также закупоркой трещин при проведении ГРП специальными веществами. Тем самым в скважине создается повышение давления путем нагнетания новых порций жидкости разрыва.

Заключение

Таким образом в представленной работе было описано что ГРП является универсальной технологией интенсификации добычи нефти и газа. Для добычи нефти и газа методом заканчивания скважин выбран вертикальный ствол, который при применении позволяет применяться для повышения нефтеотдачи пластов. Описанная методика позволяет эффективно стимулировать ПЗП для создания искусственных трещин для увеличения гидродинамической системы пласт-скважина что в целом ведет к повышению производительности скважин.

Литература

1. Гидроразрыв пласта в вертикальных и горизонтальных скважинах : учеб. пособие / Г.Г. Гилаев [и др.]. – М.; Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2020. – 304 с.
2. Телков В.П. Улучшенная модель для расчета производительности горизонтальной скважины с многозонным гидравлическим разрывом пласта / В.П. Телков, Д.С. Круглов // Нефтепромысловое дело. – 2017. – № 11. – С. 28–36.
3. Антониади Д.Г. Теоретические основы разработки нефтяных и газовых месторождений: учеб. пособие / Д.Г. Антониади, О.В. Савенок, Н.А. Шостак. – Краснодар : Просвещение – Юг, 2011. – 203 с.

References

1. Hydraulic fracturing in vertical and horizontal wells : tutorial / G.G. Gilaev [et al.]. – M.; Izhevsk : Institute of Computer Research, 2020. – 304 p.
2. Telkov V.P. An improved model for calculating the productivity of a horizontal well with multi-zone hydraulic fracturing / V.P. Telkov, D.S. Kruglov // Oilfield Engineering. – 2017. – № 11. – P. 28–36.
3. Antoniadi D.G. Theoretical foundations of oil and gas field development: a tutorial / D.G. Antoniadi, O.V. Savenok, N.A. Shostak. – Krasnodar : Prosveshchenie – Yug, 2011. – 203 p.

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

•••••••

PEDAGOGICAL SCIENCES

УДК 378.016

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА АКАДЕМИЧЕСКУЮ УСПЕВАЕМОСТЬ СТУДЕНТОВ

♦♦♦♦♦

THE IMPACT OF PHYSICAL ACTIVITY ON STUDENTS' ACADEMIC PERFORMANCE

Еременко Вера Николаевна
старший преподаватель
кафедры физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
vtra_er_ko@mail.ru

Анточий Максим Дмитриевич
студент группы 25-МБ-ЭТ1,
факультет инженерии машиностроения и транспорта,
Кубанский государственный технологический университет
Maks20122007@yandex.ru

Аннотация. В современных условиях образования, характеризующихся высокой информационной нагрузкой и множеством академических задач, особую актуальность приобретает исследование взаимосвязи между здоровьем студентов и их учебными достижениями. Комплексный подход к здоровью студентов включает несколько ключевых компонентов, среди которых правильное питание, обеспечивающее организм необходимыми питательными веществами, физическая активность, способствующая улучшению кровообращения и работы мозга, режим сна, влияющий на восстановление когнитивных функций, а также психологическое благополучие, определяющее стрессоустойчивость. Исследовательский фокус направлен на изучение того, как эти компоненты влияют на способность к концентрации внимания, качество памяти, общую работоспособность и эффективность учебного процесса. Внедрение предложенных мер может выразиться в повышении академической успеваемости, улучшении качества усвоения материала, росте общей продуктивности учебной деятельности и формировании устойчивого фундамента для будущей профессиональной карьеры. В условиях современного информационного общества, где студенты сталкиваются с многочисленными вызовами и задачами, крайне важно интегрировать принципы здорового образа жизни в повседневную практику. Особое значение придается анализу положительного воздействия здорового образа жизни на когнитивные функции студентов, включая концентрацию, память и общую работоспособность, что в конечном итоге может привести к повышению общей продуктивности и успешности как в учебе, так и в будущей профессиональной деятельности.

Ключевые слова: студент, здоровый образ жизни, самооценка, дисциплина.

Eremenko Vera Nikolaevna
Senior Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
vtra_er_ko@mail.ru

Antochy Maxim Dmitrievich
Student of the 23-MB-ET1,
Faculty of Mechanical Engineering
and Transport,
Kuban State Technological University
Maks20122007@yandex.ru

Annotation. In today's educational environment, characterized by high information load and multiple academic tasks, the study of the relationship between students' health and academic achievements becomes particularly relevant. A comprehensive approach to students' health encompasses several key components, including proper nutrition to provide the body with essential nutrients, physical activity to improve blood circulation and brain function, sleep patterns to enhance cognitive recovery, and psychological well-being to promote stress resilience. The research focus is on studying how these components affect the ability to concentrate, the quality of memory, overall performance, and the effectiveness of the learning process. The implementation of these measures can lead to improved academic performance, better learning outcomes, increased overall productivity, and a stronger foundation for future professional careers. In today's information-driven society, where students face numerous challenges and tasks, it is crucial to integrate healthy lifestyle principles into their daily practices. Special attention is given to analyzing the positive impact of a healthy lifestyle on students' cognitive functions, including concentration, memory, and overall performance, which can ultimately lead to increased overall productivity and success in both academic and future professional endeavors.

Keywords: student, healthy lifestyle, self-esteem, discipline.

Здоровый образ жизни – это комплексный подход к организации деятельности человека с целью укрепления организма и предотвращения возможных заболеваний. Он приводит не только к сохранению жизни, но и к улучшению ее качества и большей продолжительности [1].

Как ЗОЖ влияет на продуктивность?

При исследовании поставленного вопроса необходимо уделить внимание воспитательному процессу личности [2, 3]. Улучшение физического состояния. Регулярные физические упражнения помогают укрепить мышцы, улучшить кровообращение и повысить уровень энергии. Это, в свою очередь, способствует более эффективному усвоению информации и концентрации внимания.

Снижение стресса.

Повышенный уровень стресса негативно влияет на мыслительные процессы и обучаемость. Регулярные занятия медитацией и йогой помогают контролировать эмоциональное состояние и сохранять ясность мышления.

Улучшение сна.

Недостаточное количество сна негативно отражается на внимательности, ухудшает процессы запоминания и снижает результативность работы. Соблюдение графика сна способствует поддержанию оптимального баланса сил и максимальной продуктивности.

Укрепление иммунной системы. Здоровый образ жизни способствует укреплению иммунной системы, что снижает риск заболеваний и пропусков занятий.

Развитие дисциплины. Привычка к здоровому образу жизни формирует дисциплину и самоконтроль, что помогает студентам лучше управлять своим временем и приоритетами.

Повышение самооценки. Улучшение внешнего вида и самочувствия благодаря здоровому образу жизни может повысить самооценку и уверенность в себе, что также положительно сказывается на продуктивности.

Стимуляция творческого мышления. Некоторые исследования показывают, что физическая активность может стимулировать творческое мышление и способствовать генерации новых идей.

Долгосрочные преимущества. ЗОЖ способствует формированию полезных привычек, которые сохраняются на протяжении всей жизни и продолжают приносить пользу в профессиональной и личной сферах.

Таким образом, здоровый образ жизни играет важную роль в повышении продуктивности студентов. Он помогает им не только достичь успеха в учёбе, но и сохранить здоровье на долгие годы [4]. Физические нагрузки улучшают кровоток во всем организме, в том числе и в головном мозге. Они способствуют укреплению выносливости и целеустремленности, улучшению эмоционального состояния [5, 6].

Практические советы для студентов

Начните с малого. Не пытайтесь сразу кардинально изменить свой образ жизни. Начните с небольших шагов, таких как увеличение физической активности или улучшение питания.

Найдите единомышленников. Присоединяйтесь к группам или клубам, где разделяют ваши интересы в области здорового образа жизни. Поддержка и мотивация со стороны других людей могут значительно повысить вашу эффективность.

Используйте технологии. Существует множество приложений и онлайн-ресурсов, которые помогают отслеживать прогресс, планировать тренировки и следить за питанием. Используйте их для поддержания мотивации и отслеживания результатов.

Не бойтесь экспериментировать. Попробуйте разные виды физической активности, диеты и методы управления стрессом, чтобы найти то, что лучше всего подходит именно вам.

Будьте последовательны. Регулярность – ключ к успеху. Старайтесь придерживаться выбранного режима и не пропускать занятия или тренировки.

Здоровый образ жизни представляет собой уникальную систему жизненных принципов, которая объединяет физическое здоровье, эмоциональную стабильность и интеллектуальный потенциал в единое гармоничное целое. Правильное питание является неотъемлемой частью здорового образа жизни [7]. Для студентов, стремящихся к повышению своей продуктивности и успешности в учёбе, ЗОЖ может стать незаменимым помощником на пути к достижению целей [8]. Студент, находящийся в процессе

обучения, должен уделять большое внимание состоянию своего здоровья, так как от этого зависит его психическое и физическое благополучие, что напрямую влияет на умственные способности, необходимые для дальнейшего качественного обучения [9].

Литература

1. Питкин В.А. Здоровый образ жизни и правильное питание для студентов / В.А. Питкин, А.С. Сумской, С.Р. Тимошенко // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 1. – С. 314–316.
2. 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.
3. 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.
4. Вайнер Э.Н. Валеология : учебник для вузов. – М. : Флинта. Наука, 2001.
5. Пастух В.В. Значение физической культуры в жизни студентов / В.В. Пастух, В.А. Питкин // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 2. – С. 374–376.
6. Черемных Н.А. Влияние физической культуры на эффективность учебной деятельности / Н.А. Черемных, В.А. Питкин // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 2. – С. 430–432.
7. Питкин В.А. Особенности организации рационального питания студентов при занятиях массовой физической культурой и спортом / В.А. Питкин, Л.Н. Новикова, Л.А. Андреева // Вестник ВГУИТ. – 2023. – Т. 85. – № 3. – С. 90–97.
8. Казин Э.М. Основы индивидуального здоровья человека: Введение в общую и прикладную валеологию : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Э.М. Казин, Н.Г. Блинова, Н.А. Литвинова. – М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000.
9. 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.

References

1. Pitkin V.A. Healthy lifestyle and proper nutrition for students / V.A. Pitkin, A.S. Sumskoy, S.R. Timoshenko // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2023. – № 1. – P. 314–316.
2. Pitkin V.A. Physical culture and sports as a means of educating a spiritual and moral personality / V.A. Pitkin, A.M. Barysheva, Yu.A. Yushko // Uchenye Zapiski Universiteta imeni P.F. Lesgafta. – 2023. – № 6(220). – P. 295–299.
3. 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.
4. Vainer E. N. Valeology : textbook for Universities. – M. : Flinta. Nauka, 2001.
5. Pastukh V.V. The Importance of Physical Culture in the Life of Students / V.V. Pastukh, V.A. Pitkin // Nauka. Tekhnika. Tekhnologii (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 2. – P. 374–376.
6. Cheremnykh N.A. Influence of physical culture on the effectiveness of educational activity / N.A. Cheremnykh, V.A. Pitkin // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 2. – P. 430–432.
7. Pitkin V.A. Features of the Organization of Rational Nutrition for Students Engaged in Mass Physical Culture and Sports / V.A. Pitkin, L.N. Novikova, L.A. Andreeva // Bulletin of VGUIT. – 2023. – Vol. 85. – № 3. – P. 90–97.
8. Kazin E.M. Fundamentals of individual human health: An introduction to general and applied valeology : textbook for students. higher. studies. Institutions / E.M. Kazin, N.G. Blinova, N.A. Litvinova. – M. : Humanit. publishing house. VLADOS center, 2000.
9. Pitkin V.A. Formation of a Healthy Lifestyle Culture in the Continuing Education System // Uchenye Zapiski Universiteta imeni P.F. Lesgafta. – 2022. – № 7(209). – P. 316–321.

УДК 796

САМБО В ШКОЛЕ
♦♦♦♦♦
SAMBO AT SCHOOL

Крамаренко Екатерина Дмитриевна
студентка группы 24-ИТК – ОП2,
Инженерно-технологический колледж,
Кубанский государственный технологический университет
kramekaterin@yandex.ru

Питкин Виктор Александрович
старший преподаватель кафедры
физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
irvik25@mail.ru

Аннотация. В данной статье проводится исследование ключевых факторов успешного внедрения нового предмета в школе – самбо. Центральное внимание уделено материально-технической составляющей предмета. Приведены проблемы и ключевые аспекты преподавания самбо в школе.

Ключевые слова: борьба, школьник, психологическое сопровождение, учебная мотивация, социальная интеграция.

Kramarenko Ekaterina Dmitrievna
Student of group 24-ITK – OP2
College of Engineering and Technology,
Kuban State Technological University
kramekaterin@yandex.ru

Pitkin Victor Alexandrovich
Senior Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
irvik25@mail.ru

Annotation. This article examines the key factors for the successful introduction of a new subject in school – sambo. The central attention is paid to the material and technical component of the subject. The problems and key aspects of sambo teaching at school are presented.

Keywords: struggle, student, psychological support, educational motivation, social integration.

Введение

Освещая актуальные вопросы внедрения и эффективности обучения самбо в школьной среде, необходимо подчеркнуть важность развития командного духа, дисциплины и социальной ответственности через систематические занятия самбо, которые отвечают современным задачам физического воспитания.

Инициатором проекта «Самбо в школу» стала Всероссийская федерация этого вида спорта. Идея создания проекта возникла еще в 2010 году.

Эксперимент по внедрению занятий.

Проект начался с 10 московских школ, затем подключились новые учебные заведения в других регионах страны. Данный вид спорта введен в школах РФ, как система самозащиты без оружия и основы здоровья, а также безопасности школьников, их национального единства, успешности и конкурентоспособности. В настоящее время он развивается на всей территории России и объединяет более 750000 школьников [4].

Основная цель Всероссийского проекта.

«Самбо в школу» – это обеспечение комплексного решения проблем повышения двигательной активности и укрепления здоровья школьников путем целенаправленного внедрения данного вида спорта в систему урочного физического воспитания и внеклассной физкультурно-оздоровительной работы в общеобразовательных учреждениях.

Правильная организация тренировочного процесса и поддержка педагогов позволяют сделать занятия интересными, что способствует личностному росту и активному участию в спортивной жизни школы. Постоянное совершенствование методик и расширение возможностей обучения помогает достигать лучших результатов.

На протяжении своего существования самбо развивалось в двух направлениях: как массовый вид спорта и как средство подготовки кадров для спецподразделений и органов охраны правопорядка. В 1923 году в Московском спортивном обществе «Динамо» В.А. Спиридонов начинает развивать прикладную дисциплину – самозащита. Развитием спортивного самбо начинает заниматься выпускник института дзюдо «Кодокан», и об-

ладатель второго дана В.С. Ощепков. Также, большой вклад в развитие и распространение системы самозащиты без оружия внес А.А. Харлампиев [2]. Этот вид единоборств вобрал в себя приемы из народных видов борьбы союзных республик – армянской, азербайджанской, грузинской, казахской, узбекской, татарской, башкирской, бурятской и многих других [4].

Необходимая материально-техническая база.

Проект «Самбо в школе» развивается поэтапно и системно, начиная с разработки и апробации методик, обеспечения материально-технической базы, обучения кадрового резерва, далее апробация механизмов внедрения, разработка инновационных массовых физкультурно-спортивных направлений, в том числе с применением цифровых технологий, формирование новой системы мероприятий, доступных каждому обучающемуся, выстраивание межведомственных и сетевых взаимодействий.

Сложного инвентаря для занятий не требуется – на базовые навыки самозащиты – умение вырваться из захвата или группироваться при падении. Спортивное самбо – вид борьбы с большим арсеналом болевых и удушающих приемов, а также бросков, применяемых в стойке и в партере [6]. Обучение «Самбо в школе» проходит в 3 этапа:

1. Ознакомительный (7–10 лет) – для учащихся начальной школы.
2. Базовый (10–15 лет) для учащихся 5–9 классов.
3. Углубленный (15–18 лет) для учащихся 10–11 классов.

В рамках предмета реализуется модуль «Самбо», но это не значит, что это вид спорта, это элементы. По классификации создателя самбо, техника этого вида борьбы делится на: технику борьбы стоя, борьбу лежа и переход от борьбы стоя к борьбе лежа, включающий комбинации из бросков и приемов борьбы лежа [3].

Место проведения непосредственной встречи противников представляет собой квадрат 10 на 10 или 13 на 13 м из синтетического материала (толщиной не менее 5 см). Поверхность ковра закрывается специальным покрывалом. Рабочая площадь ковра, на которой происходит схватка, – круг диаметром 6–9 м. Ширина остальной части ковра (зона безопасности) должна быть не менее 2 м в любой точке. Два противоположных угла ковра обозначаются синим (слева от судейского стола) и красным (справа) цветом.

Для занятий Самбо необходима следующая форма одежды: специальные куртки красного или синего цветов (самбовки), пояс и короткие шорты, а также специальную обувь (борцовки) [5]. Мужчинам разрешается надевать защитный бандаж (или раковину), женщинам – топ или закрытый купальник. На время выступления запрещено надевать кольца, цепочки и другие предметы, которые могут нанести травму самому спортсмену или его сопернику. На соревнованиях схватку борцов судит бригада в составе: руководитель ковра, арбитр, боковой судья, судья-секундометрист, технический секретарь и судья-информатор. Действия борцов оценивает нейтральная судейская тройка: руководитель ковра, арбитр и боковой судья. Каждый из них принимает соответствующие решения самостоятельно [1].

Обучение самбо в школьной среде представляет собой важный аспект физического воспитания и развития учащихся. Когда дети впервые приходят на занятия – будь-то в школе или в секции, они узнают, что самбо – это, прежде всего, самооборона, и им дают четкую установку, чтобы они ни в коем случае не применяли приемы борьбы для нападения.

Одним из ключевых аспектов успешного обучения самбо является квалификация преподавателей. Педагоги должны не только обладать глубокими знаниями в области самбо, но и уметь передавать эти знания учащимся. Важно, чтобы преподаватели использовали разнообразные методы обучения, включая игровые элементы, что позволяет сделать занятия более увлекательными и интересными для детей.

Без систематического анализа результатов обучения и физического развития учащихся трудно будет убедить администрацию школ и родителей в необходимости продолжения занятий. Поэтому разработаны методики оценки, которые позволяют отслеживать прогресс учащихся и демонстрировать положительные результаты.

Заключение.

Обучение самбо в школьной среде является эффективным инструментом для развития физической и психологической подготовки учащихся. Внедрение самбо в

школьную программу может стать важным шагом к улучшению физического состояния молодежи и формированию у них здорового образа жизни [5]. Таким образом, физические упражнения выступают важным фактором в поддержании не только физического, но и психического благополучия Человек становится более жизнерадостным, устойчивым к стрессовым ситуациям [7, 8].

Используя мощный воспитательный потенциал самбо, формируется новое поколение – достойное будущее нашей страны!

Литература

1. Алиханов И.И. Техника и тактика вольной борьбы. – М. : Физкультура и спорт, 2016. – 304 с.
2. Андреев В.М. Борьба самбо. М. : Медиа, 2007. – 169 с.
3. Зезюлин Ф.М. Самбо : учебно-метод. пособие. – Владимир, 2003. – 180 с.
4. Лукашев М.Н. Родословная Самбо. – М. : «Физкультура и спорт», 1986. – 160 с.
5. URL : https://nsportal.ru/shkola/dopolnitelnoe-razovanie/library/2020/02/06/vserossiyskiy-proekt-sambo-v-shkolu
6. URL : https://solncesvet.ru/opublikovannyie-materialyi/statsya-na-temu--obuchenie-sambo-v-shkol.21374917764/
7. 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.
8. Коновалова В.В. Влияние физической культуры на жизнь студентов / В.В. Коновалова, В.А. Питкин // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 2. – С. 363–365.

References

1. Alikhanov I.N. Technique and tactics of freestyle wrestling. – M. : Physical Culture and Sport, 2016. – 304 p.
2. Andreev V.N. Sambo wrestling. – M. : Media, 2007. – 169 p.
3. Zezyulin F.M. SAMBO. Educational and methodical manual. – Vladimir, 2003. – 180 p.
4. Lukashev M.N. The pedigree of Sambo. M. : «Physical culture and sport», 1986. – 160 p.
5. URL : https://nsportal.ru/shkola/dopolnitelnoe-obrazovanie/library/2020/02/06/vserossiyskiy-proekt-sambo-v-shkolu
6. URL : https://solncesvet.ru/opublikovannyie-materialyi/statsya-na-temu--obuchenie-sambo-v-shkol.21374917764
7. Tripkosh D.A. Physical exercises and their effect on the human body / D.A. Tripkosh, V.A. Pitkin // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2025. – № 2. – P. 449–451.
8. Konovalova V.V. The influence of physical culture on the life of students / V.V. Konovalova, V.A. Pitkin // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2023. – № 2. – P. 363–365.

УДК 94

ОБРАЗОВАНИЕ АРМЯНСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ НА ДОНУ: АРХИТЕКТУРА КУЛЬТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

♦♦♦♦♦

THE FORMATION OF ARMENIAN SETTLEMENTS IN THE DON REGION: THE ARCHITECTURE OF RELIGIOUS BUILDINGS

Лаврентьева Марина Андреевна
кандидат исторических наук,
доцент,
доцент кафедры,
Кубанский государственный технологический университет
tabar1@rambler.ru

Енгибарян Ангелина Гайковна
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
angelengibaryan@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются предпосылки и процесс образования армянских поселений в XVII веке на юге Российской империи (территория современной Ростовской области), а также архитектура культовых сооружений (храмов, церквей), построенных в них. Источниками являются научные публикации и монографии, посвящённые истории, архитектуре и культуре армянских поселений на Дону. Выявлены общие черты в архитектуре культовых сооружениях, построенных армянами – переселенцами, обусловленные тем, что создание культовых сооружений армянами осуществлялось в период проведения в Российской империи первой градостроительной реформы. В результате архитектурные решения принимались по типовым государственным образцам доминирующего тогда классицизма, несмотря на предоставленные переселенцам широкие привилегии. Отмечается, что в то же время культовые сооружения имели свою специфику и особенности, которые отличали их от иных храмов и церквей того периода, в частности, использование в их художественном и священном украшении хачкаров. Проведенное исследование представляет интерес не только в плане анализа причин и процесса возникновения в низовьях Дона колонии, которая стала одним из примеров дружественных русско-армянских (армяно-русских) культурных связей, но и для определения влияния этих связей на формирование архитектурных особенностей возведенных армянами сооружений.

Ключевые слова: армянские поселения, Нахичеван, храмы, архитектура, хачкары, первая типография.

Lavrentieva Marina Andreevna
Candidate of Historical Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor of the Department,
Kuban State Technological University
tabar1@rambler.ru

Yengibaryan Angelina Gaikovna
Student,
Kuban State Technological University
angelengibaryan@gmail.com

Annotation. This article examines the prerequisites and process of the formation of Armenian settlements in the 17th century in the south of the Russian Empire (the territory of modern Rostov Oblast), as well as the architecture of religious buildings (temples and churches) constructed in these settlements. The sources used in this article are scientific publications and monographs dedicated to the history, architecture, and culture of Armenian settlements in the Don region. The article identifies common features in the architecture of religious buildings constructed by Armenian settlers, which can be attributed to the fact that the construction of religious buildings by Armenians took place during the first urban planning reform in the Russian Empire. As a result, architectural decisions were made based on the standard state models of the then-dominant classicism, despite the extensive privileges granted to the settlers. It is noted that at the same time, religious buildings had their own specific features that distinguished them from other temples and churches of that period, in particular, the use of khachkars in their artistic and sacred decoration. This study is of interest not only in terms of analyzing the causes and process of the emergence of a colony in the lower reaches of the Don, which became an example of friendly Russian-Armenian (Armenian-Russian) cultural ties, but also in determining the influence of these ties on the formation of the architectural features of the buildings constructed by Armenians.

Keywords: armenian settlements, Nakhichevan, temples, architecture, khachkars, first printing house.

Введение

Не многие знают, что на юге России на донской земле есть уголок, где более двух столетий компактно проживают потомки анийских армян (в настоящее время составляют более 2 % населения Ростовской области), которые сберегли свой диалект армянского языка, обычаи, обряды, особенности народного быта. Это Мясниковский район Ростовской области и территория города Ростов-на Дону.

Возникает закономерный вопрос – как и когда появились армянские поселения в донских степях?

История появления армянских поселений на территории современной Ростовской области относит нас к событиям, происходившим в XVIII веке в Крыму.

К тому времени в Крыму сформировалась достаточно большая армянская община. О времени и этапах образования и формирования армянской колонии в Крыму среди историков и исследователей данного вопроса существуют разные мнения. Основным из которых является мнение о том, что татары, завоевав Армению в 1236 г., перевели часть её жителей в Россию, в Казанскую и Астраханскую губернии, откуда они перешли в Крым и, получив согласие генуэзцев, поселились в 1330 году в Кафе (современная Феодосия), Старом Крыму и близ Судака. Но это был не единственный путь, по которому армяне переселялись в Крым. Еще задолго до этого Крым был населен армянами, переселявшимися время от времени из Великой Армении, Малой Азии и Болгарии. Мраморная плита, вделанная в стену армянской церкви св. Саркиса в Феодосии гласит: «Сея святой крест есть предстатель мальчика Манука, который утонул в море в начале 496 (1047)», т.е. надпись говорит об армянской семье, жившей в середине XI века в Крыму» [7].

Армяне занимали существенную роль в экономической и культурной жизни Крыма.

Оторванные от родной среды более четырехсот лет, они сохранили свои ремесленно-производственные традиции и мастерство, ремесленники умели производить хорошие товары, а торговцы – вывозить их в другие страны; занимались сельским хозяйством: возделыванием зерновых культур, овощеводством, садоводством, виноградарством.

В этом и заключалось их предполагаемое назначение для будущего развития экономики юга России.

Культура крымских армян во всех своих проявлениях (архитектура, школа, миниатюрная живопись, литература, художественные ремесла, рукописное дело и др.) продолжала и развивала лучшие традиции многовековой культуры армянского народа. Она сумела пройти сквозь столетия и сохранить свой национальный облик несмотря на то, что в Крыму претерпела неизбежные изменения. К моменту переселения из Крыма армяне сохранили свое духовное богатство – христианскую веру, древнюю национальную культуру и свой язык.

Материалы и методы исследования

Исследование основывается на анализе научных публикаций, монографий, посвящённых истории, архитектуре и культуре армянских поселений (город Нахичеван, 5 сельских поселений вокруг него) возникших на территории современной Ростовской области в XVII веке. В работе использованы метод сравнительного анализа и типологический метод, которые позволяют выявить как общие закономерности и тенденции в архитектуре культовых сооружений, так и индивидуальные особенности архитектуры храмов и церквей Нахичевани.

Образование армянских поселений на Дону

Начиная с времен правления Петра I, Российская империя вела активную политику по расширению южных границ Российского государства и выходу к Чёрному морю.

По окончании русско-турецкой войны (1768–1774 годов) был подписан Кючук-Кайнарджийский мирный договор, согласно которому татарское ханство в Крыму было объявлено независимым. Однако, присоединение Крыма к России осуществлено не было. Между тем, присоединение Крыма давало возможность России выйти к Черному морю и позволило бы прочно укрепиться от берегов Днепра до Кубани. Для того, чтобы упрочить своё влияние в Крыму, русское правительство возвело на ханский престол своего ставленника Шагин-Герая [4].

Для дальнейшего усиления влияния Российской империи в регионе необходимо предпринять новые шаги по ослаблению татарского ханства. И таким шагом стало принятие решения о переселении христианского населения Крыма в Россию.

Христианское население Крыма, в том числе и армяне, составляющее наиболее экономически активную часть населения региона, облагалось налогами и пошлинами в

больших размерах, и уплачиваемые ими подати составляли главную статью доходов хана.

Таким образом, осуществлением переселения предполагалось достичь две основные цели: во-первых, экономически ослабить крымское ханство и поставить его в полную зависимость от России, лишив его основного источника доходов от податей, которые платило христианское население полуострова; во-вторых, создавалась возможность заселения плодородных земель юга России людьми, имеющими большой опыт в торговле, ремеслах, возделывании земель.

9 марта 1778 года Императрицей Екатериной II был издан Указ, согласно которому генерал-фельдмаршалу графу Румянцеву-Задунайскому поручено переселить живущих в Крыму греков, грузин и армян, которые добровольно на это согласятся, в Новороссийскую и Азовскую губернии, «…стараться всеми образами склонять и уговаривать, чтобы добровольно перейти согласились, а особливо убедить к тому тамошнего греческого митрополита» [7]. Далее в Указе отмечалось, чтобы переселенцы не имели ни в чем недостатка: «снабжены были как достаточным числом земли, так и нужными к заведению домостроительства их пособиями из казны нашей. Впрочем, не оставим мы снабдить их нужными привилегиями, смотря по числу и состоянию оных, а до того времени состоять им в собственной опеке тамошних губернаторов…» [7].

Организация переселения осуществлялась генерал-поручиком Александром Васильевичем Суворовым, сменившим командующего крымской армией А.А. Прозоровского.

За организацию переселения императрица Екатерина II пожаловала Суворову бриллиантовую звезду к ордену Св. Александра Невского, сняв ее со своего плеча [5].

Процесс подготовки к переселению был осложнен как противодействием со стороны хана, понимавшего экономические последствия переселения для ханства, так и нежеланием со стороны части переселяемого населения. В частности, против переселения армян выступал и глава армянского духовенства, архимандрит Петрос.

Переселение началось в августе 1778 и в основном закончилось в сентябре 1779 года.

По данным ведомостей Суворова, за август-сентябрь 1778 года выехало из Крыма 31386 человек, из них: греков – 18407 душ, армян – 12598, грузин – 219, валахов – 162. Из городов – Каффа (Феодосия), Бахчисарай, Карасубазар, Козлов (Евпатория), Акмечеть (Симферополь), Сур Хат (Старый Крым), а также крестьяне из ряда деревень: Татлы или Топлу, Мелик, Камышлак, Сала, Чуруксу, Султан-Салы, Орталанк, Топчак и др. [7].

14 ноября 1779 года в Высочайшей грамоте было выражено «милостивое соизволение» императрицы ЕкатериныII: «…для удобнейшего поселения вашего отвесть в Азовской губернии особенную от прочих селений округу крепости Святого Дмитрия Ростовского, как границы оной с донским войском утверждены, оставляя из нея на крепостной выгон земли три тысячи десятин [1 десятина = 1,092 гектара], для рыбных ловель тамошним обывателям четвертую часть земли Дона, из того сколько оной реки в даче той округи состоит вверх от устья реки Темерника, а в случае недостатка для селений ваших тем земли и в округе крепости Азовской…». Армянам разрешалось основание «…особого города при урочище Полуденка с названием Нахичеван и с дачею на выгон оного двенадцати тысяч десятин…» [5].

Данной грамотой переселенцам-армянам был предоставлен ряд льгот и привилегий, в том числе освобождение от уплаты государственных податей и повинностей сроком на 10 лет, право свободно торговать внутри и вне государства, основывать фабрики, заводы и заниматься всякого рода промыслами. Переселенцы освобождались от воинского постоя, от рекрутства. Кроме того, им предоставлялась полная свобода вероисповедания: разрешалось строить церкви и колокольни, совершать все церковные обряды, подчиняться только эчмиадзинскому католикосу – верховному патриарху всех армян. Далее было установлено: «…повелеваем учредить магистрат и в нем производить суд и расправу по вашим правам и обыкновению…» [7].

В последующем данные льготы были подтверждены императорами Павлом I в 1779 году и Александром I в 1802 году [7].

9 декабря 1779 года переселенцы собрались на отведенной им земле к востоку от крепости Дм. Ростовского, рядом с Полуденным станом, и им была зачитана высочайшая грамота.

Таким образом, было положено начало образованию армянских поселений на Дону.

Новый город получил название Нахичеван, где обосновались городские жители Крыма (территория современного города Ростов-на-Дону), а сельское население – в окрестностях города (территория современного Мясниковского района Ростовской области) в 5 селах: Чалтырь, Топти (Крым), Мец Сала (Большие Салы), Султан Сала и Несвита (Несветай) [7].

Широкая автономия, предоставленная правительством России армянам, позволила им жить сообразно с их национальными устоями, обычаями, привычками, сохранять и развивать национальные традиции. Коснулось это также возведения армянских храмов и других культовых сооружений.

Архитектура культовых сооружений

Известным фактом является то, что армяне с начала IV века исповедуют христианство. Королевство Великая Армения, стало первым государством в истории, принявшем христианство в качестве официальной религии. Данное событие произошло в 301 году при правлении Трдата (Тиридата) III. Христианизация в значительной степени сформировала идентичность армянского народа, повлияла на формирование менталитета, традиций и обычаи армян.

В Нахичеване и окрестных селах к середине XIX века было построено 12 христианских церквей (7 – в городе и 5 – в селах) [7].

Городские церкви появились почти одновременно с жилыми и общественными сооружениями. На всех известных планах Нахичевани, начиная с первого от 1781 г. места церквей, симметрично отмеченные вокруг центральной площади города с его основными сооружениями, предусмотрены в зависимости от проектного расположения жилых кварталов и возможного числа их обитателей. Выходцы из одного города Крыма селились в Нахичевани вместе, образуя свои приходы. Наибольшим из них был располагавшийся в центре города приход Соборного храма Григора Лусаворича (Григория Просветителя), объединявший несколько тысяч переселенцев из Кафы [1].

Со временем число намеченных в городе церквей подверглось корректировке. Так, если на плане 1781 г. отмечено девять равномерно расположенных на городской территории церквей, то на плане 1811 г. оставлено только восемь, из которых было выстроено семь, кроме указанной в северо-западной части города. Ее строительство задержалось ввиду отсутствия необходимого числа прихожан и, поскольку во второй половине XIX века была возведена кладбищенская церковь Карапета (Предтеченская), надобность в седьмом приходском храме отпала. К северу от Нахичевани был основан армянский мужской монастырь Сурб Хач [1].

Названия церквей Нахичевани и окружающих ее селений заимствованы от культовых сооружений, оставленных армянами в Крыму. Местонахождение церквей в городе отразилось в наименовании прилегающих к ним продольных улиц. Так, главная стала Соборной, другие – Вознесенской, Георгиевской, Федоровской (2-я, ныне М. Сарьяна), Успенской и Никольской (1-я Листопадова, 2-я Богданова) [1]

Все первые армянские церкви Нахичевани строились из дерева и были малых размеров [3, 1].

Полагаем, что причиной этого являлось время возведения строения и наличие необходимых материалов. Деревянные конструкции возводятся гораздо быстрее, чем каменные. Необходимость быстрого возведения культовых сооружений была обусловлена тем фактором, что общественная жизнь, основы управления, особенно это касается сельских селений, были организованы через религиозные учреждения. Поэтому первоначально армянские храмы на юге Российской империи несмотря на то, что традиционно армянские зодчие возводили строения из камня, были деревянными и носили характер временных на период строительства каменных.

Первые каменные армянские храмы, которые приходили на смену деревянным, своим появлением обязаны армянскому архиепископу Иосифу Аргутинскому-

Долгорукову. Они возводились в архитектурных формах русского классицизма, а их зодчими были русские или армяне, получившие русское архитектурное образование в столице Российской империи [3, 1].

Причиной тому было то, что возводить храмы в традициях армянского зодчества было запрещено, поскольку строительство новых городов, зданий и сооружений в них в данный период совпало с проведением первой градостроительной реформой в Российской империи и осуществлялось по регулярным планам, а архитектура – по типовым государственным образцам доминирующего тогда классицизма [6].

И все же армянские культовые сооружения имели свои особенности, которые не характерны для возводимых в тот период православных храмов и церквей. Отличительной особенностью армянских каменных храмов было наличие в них обширных подвалов. Все храмы имели по три входа: западный, южный и северный. В качестве художественного и священного украшения использовались, так называемые, хачкары – каменные плиты с изображением креста с художественной резьбой. Несмотря на трудности переселения, армяне привезли с собой эти хачкары из Крыма, а также из Ани (Армения). Возраст» некоторых хачкаров датировался не только XVIII в., но и XVII, и XVI, и даже XIV вв. [3]. Всего при переселении армян из Крыма на Дон было вывезено 700 хачкаров. Святые камни раздали армянским церквам Новой Нахичевани. Однако впоследствии из-за гонения на церковь хачкары были безвозвратно утеряны вместе с разрушенными храмами. До наших дней из 700 древних реликвий армянского народа сохранилась одна – главный хачкар храма Сурб-Хач. Ныне он выставлен в экспозиции Ростовского областного музея краеведения [3, 8].

Самой ранней из всех нахичеванских храмов является **церковь Успения Божей Матери (Сурб Аствацацин)**. Её деревянное здание было построено в 1780 году. Именно в этой церкви освящались камни для закладки всех остальных нахичеванских храмов [3].

По сведениям И. Аргутинского, приведенным в рукописи «Давтар», в следующем 1781 году закладывается новый Успенский храм, строительство которого заканчивается не позже 1787 года. 18 мая 1819 года новый армянский архиепископ Иоаннес получает от Министерства народного просвещения разрешение на строительство нового (третьего по счёту) каменного храма Успенской церкви, возведенного между 23 и 25 линиями на 1-й Успенской улице. Этот храм имел форму равностороннего греческого креста. В 1856 году по проекту архитектора Муратова к церкви с запада добавили пристройку, увенчанную двухъярусной звонницей. При Успенской церкви до революции функционировало и Успенское училище. В 1930-х годах Успенскую армянскую церковь уничтожили [3].

Крупнейшим храмом Нахичевани был **Соборный храм Григора Лусаворича (Григория Просветителя)**. Первый временный деревянный был сооружен чуть южнее современного рынка – Нахичеванского базара. Каменный храм кафедрального трехпрестольного собора был заложен в 1783 году. Автором проекта был зодчий И.Е. Старое, автор планировки города Нахичевани. Строился собор долго. Он был освящен в 1807 году, т.е. через 24 года после закладки. Храм построен был в классическом стиле.

В плане собор представлял собой прямоугольник со вписанным крестом и выступающей на восточной стороне полуциркульной алтарной апсидой, по сторонам которой располагались приделы. Собор имел три входа, из которых северный и южный акцентировались на фасадах большими трехпролетными портиками. К ведущему в несколько удлиненную часть здания западному входу примыкала трехъярусная колокольня с городскими часами, что было свойственно русским, а не армянским сооружениям. По традиции русского церковного зодчества колокольня была значительно выше купола собора, имела мощный кубический нижний объем, над которым возвышались круглые в плане, пропорционально уменьшавшиеся по высоте и диаметру ярусы [1]. В архитектурном облике здания ведущая роль принадлежала дорическому ордеру. Различные по величине колонны были использованы не только в портиках, барабане купола и во всех ярусах колокольни, но также в фонарях, венчавших купола храма и звонницы. Арочные ниши фасадов с прямоугольными и круглыми окнами молитвенного зала гармонировали с арочными проемами колокольни. Сложно профилированные

карнизы с крупными модульонами придавали четкость различным по объему частям собора. Художественное убранство здания дополняли расположенные на фасадах и в интерьере привезенные из Крыма орнаментированные хачкары XIV и начала XVIII в [1].

Именно от собора Григория Просветителя велась нумерация домов города. Площадь, на которой стоял храм, получила название Соборной. В 1894 году благодаря стараниям нахичеванского головы Минаса Ильича Балабанова на площади перед собором был установлен памятник Екатерине Великой, основательнице армянского города Нор Нахичевана (впоследствии Нахичевани-на-Дону). А сама площадь стала именоваться Екатерининской [2]. К сожалению, до нашего времени собор не сохранился, он был закрыт в начале 1930 годов. Его высокую звонницу разобрали, а здание приспособили для детской технической станции. В 1942 году во время немецкой оккупации в здании бывшего собора возобновились богослужения, продолжавшиеся до конца 1950 годов. В шестидесятые годы его снесли.

Церковь во имя Иоанна Крестителя (Сурб-Карапет) является, единственной из сохранившихся в Нахичевани армянских церквей, не имевшей своего прихода, и самой поздней из всех армянских нахичеванских храмов: она была заложена в 1875 году, а освящена 11 июня 1881 года.

Строился храм на средства богатой армянки Акюлине Погосовны Аладжаловой (Аладжанян), похороненной под юго-восточным его углом. Как свидетельствуют некоторые источники, истертая могильная плита Аладжаловой некогда содержала надпись: «Здесь покоится прах благородной госпожи Акюлине Погосовны Аладжалян, урожденной Хатраян, скончавшейся 3 сентября 1871 г. в возрасте 62 лет» [3]. Существует два мнения о том, кто автором проекта церкви, по одному из которых автором является городской архитектор В.В. Сазонов, а по другому – проект составлен в Петербурге в 1867 г. сотрудником Академии художеств архитектором В. Газирбекяном, который за эту работу был награжден серебряной медалью и заграничной командировкой [3, 1].

Упоминающие эту церковь Е.А. Шахазиз, Х.А. Поркшян и др. считают ее единственной в России, построенной в древнеармянском стиле. Средняя по размерам (14,5 × 24 м) церковь принадлежит к распространенному в Армении типу крестово-купольных сооружений с помещениями между ветвями креста, дополняющими план здания до прямоугольника. Однако от церквей в Армении она отличается тем, что алтарная апсида здесь не полуциркульная, а прямоугольная, полуциркулярные апсиды отсутствуют и в помещениях восточной половины здания. Западная ветвь креста укорочена поперечной стеной, образующей входной тамбур. Из него также попадают направо в подсобное помещение, а налево на лестницу, ведущую в лоджию на западном фасаде и на галерею в интерьере храма [1].

Церковь образует единый мемориальный комплекс с окружающим ее кладбищем, где погребены известные армянские деятели культуры Нахичевани. Планировка кладбища регулярна, она образует сетку из пересекающихся под прямым углом аллей. Главная из них ведет от западных ворот к дверям церкви, параллельные и перпендикулярные ей второстепенные, разделяют кладбище на кварталы, объединяющие участки, принадлежащие отдельным семействам [1].

Крестовоздвиженский Монастырь (Сурб-Хач), названный в память одноименного армянского комплекса близ поселения Старый Крым на Крымском полуострове, находился в семи км к северу от Нахичевани (то есть ее границы в конце XVIII в.).

Возникнув как религиозный центр армянской колонии на Дону, монастырь вскоре превратился в центр культурной и просветительской деятельности нахичеванских армян и место паломничества армян юга России, особенно в праздник Вартавар. Со временем к северу от монастыря появились дачи нахичеванских зажиточных горожан, к северо-востоку – хутор в 30 домов, в котором проживали безземельные крестьяне. Поначалу монастырь входил в состав села Большие Салы, но с 1883 года его приписали к городу Нахичевань, что способствовало его благосостоянию [1].

Примечателен монастырь еще тремя факторами: во-первых, церковь монастыря, это самое старое каменное здание, находящееся на нынешней территории Ростова-на-Дону, во-вторых, церковь Сурб-Хач первая из ростовских храмов, которая была

увенчана золотым крестом, в-третьих, в монастыре Сурб-Хач была создана первая типография на Юге России [8].

Почётной святыней монастыря, в честь которой он был назван, являлся хачкар IV века – большая каменная плита с резным изображением креста, привезённая из Армении. Помимо этого, главного хачкара, в стены храма было вставлено 14 хачкаров меньших размеров (по некоторым данным хачкаров в монастыре всего было 13). В 20-х годах прошлого века все они бесследно исчезли, также как и украшенная мелким резным орнаментом деревянная дверь XI в., принадлежавшая одной из церквей Ани, откуда она была вывезена в XIII в. в монастырь Сурб Хач в Крыму, а в конце XVIII в. в одноименнный монастырь на Дону [1, 8].

Монастырь был основан И. Аргутинским. В 1783 году был построен деревянный храм Сурб-Хач (Святой Крест). Каменный храм армянского монастыря заложили тремя годами позже в 1786 году, а закончили строительство и произвели освящение в 1792 году. Проектировал храм архитектор И.Е. Старов. Через 70 лет в 1862 году перед храмом соорудили невысокую колокольню. Здесь же появился большой архиерейский дом [3].

Церковь монастыря Сурб Хач является единственным из сохранившихся в современном Ростове-на-Дону архитектурных памятников конца XVIII в. повторяющим аналогичные сооружения России этого времени. Здание кирпичное на каменном фундаменте, прямоугольное, в плане несколько расширенное в средней части, с выступающей на востоке полуциркульной алтарной апсидой. Центр храма увенчивает покоящийся на пристенных устоях купол, непропорционально большой по отношению к нижнему объему. Вытянутость помещения вдоль продольной оси приближает церковь монастыря Сурб Хач к распространенному в Армении сооружению типа купольного зала, таких, как в Птгни, VI в. и в Аруче, VII в [1].

Расположенные перед южным и северным входами, в пределах расширенной части интерьера четырехколонные портики — один из наиболее выразительных элементов композиции здания. Декоративное убранство западного фасада (перед которым была возведена колокольня) ограничивается поддерживающими антаблемент плоскими пилястрами на углах, а дверной проем лишен обрамления, имеющегося на южном и северном входах. Оконные сандрики различные, внизу с разорваннымн фронтонами, на куполе спаренные с полуциркульным верхом, что свидетельствует об их разновременном исполнении. Барабан купола прорезан часто расположенными парными окнами с плоскими пилястрами между ними. Повышенного очертания сферическое покрытие над полуциркульным кирпичным куполом и венчающий его глухой фонарь усиливают высотность восприятия приземистого, в целом, сооружения [1].

По существовавшей в армянских монастырях Армении и Крыма традиции, в монастыре Сурб Хач имеется построенное в 1862 г. каптажное здание родника Чорхах (известное также как Сахлых су), с вытекающей из скалы студеной водой [1].

За свою более большую историю архитектурный комплекс армянского монастыря неоднократно ремонтировался. Самый большой ремонт был в 1868 году.

В целом монастырь и его храм венчали вершину берегового холма над рекой Темерник, ставшие архитектурной доминантой района. К сожалению, в наше время из-за большого количества многоэтажных зданий, построенных после 1980 года, это значение храма утрачено [3].

Выводы

В результате проведенного исследования можно сделать выводы о том, что переселение в XVII век армян с крымского полуострова на южные территории Российской империи не было спонтанным, а было одним из спланированных, организованных и реализованных мероприятий политики правительства России, имеющей цель расширения границ Российской империи. Второй целью переселения была необходимость развития экономики практически неосвоенных южных территорий России на Дону. Вышеуказанные цели были достигнуты.

На южные территории России были привнесены сложившиеся многовековые ремесленные, торговые навыки, традиции и культура армян, которые органично вписались в российский регион, что в синергии дало мощный толчок в его социально-экономическом развитии.

Город Нахичеван с селениями, возводился подобно Петербургу сразу, по единому разработанному плану.

Проектирование и строительство храмов, осуществлялось в архитектурных формах русского классицизма в единообразном стиле и осуществлялось по проектам и планам, составленными русскими зодчими, либо армянскими, прошедшими обучение в Петербурге.

Первоначальное строительство деревянных культовых сооружений с последующим возведением каменных в первую очередь было связано с временным фактором и необходимостью организации в образованных поселениях социальных и общественных отношений, которые выстраивались через религиозные институты управления.

Несмотря на единообразие архитектурных требований в стиле русского классицизма, армянские храмы, церкви и монастырь имели ряд особенностей, одной из которых стали хачкары, привезенные армянами из Крыма и Ани (Армения).

Переплетение черт средневекового зодчества Армении и армянских колоний на территориях Крымского полуострова с русским классицизмом в его различных фазах и вариантах придает своеобразие Нахичевани и его селениям, которые носят на себе сильный отпечаток характера своих жителей, их труда, настойчивости и энергии.

В этом заключается уникальность культовых сооружений в армянских поселениях на Дону.

Литература

1. Халлахчьян О.Х. Архитектура Нахичевани-на-Дону. – Ереван : Из-во «Айастан», 1988. – 168 с. – URL : https://books.totalarch.com/architecture_of_nakhichevan-on-don?ysclid=mikefygdf1272366707
2. Багдыков Г. история центра Ростовской Нахичевани. – URL : https://rostovo-nakhichevansky-pegas.ru/istorija-centra-rostovskoj-nahichevani
3. Далаховский Е.И. Нахичеванские храмы / Донской временник. Год 1999-й / Дон. гос. публ. б-ка. – Ростов-на-Дону, 1998. – Вып. 9. – С. 98–101 – URL : http://donvrem.dspl.ru/Files/article/m8/2/art.aspx?art_id=171
4. Донские Армяне. – URL : https://cyclowiki.org/wiki
5. Нахичевань: российский город с армянским колоритом. – URL : https://161.ru/text/gorod/2012/11/06/57714071
6. Нахичевань-на-Дону История исчезающего внутри Ростова-на-Дону армянского города. Меркулова О. Заповедник….. – URL : https://zapovednik.space/material/nahichevan-na-donu
7. Переселение армян с Крыма на Дон. Мясниковский район / Сост. Л.С. Секизян. – Ростов-н/Д. : МП Книга, 1999. – 240 с. – URL : https://books.totalarch.com/architecture_of_nakhichevan-on-don?ysclid=mikefygdf1272366707
8. Тимофеева Г. Прошлое и настоящее храма Сурб-Хач // Еженедельник «Аргументы и Факты». – 2008. – № 23. – URL : https://rostov.aif.ru/archive/1771641?ysclid=mikfi2v3i2149247922

References

1. Hallakhchyan O.Kh. Architecture of Nakhichevan-on-Don. – Yerevan : Hayastan Publishing House, 1988. – 168 p. – URL : https://books.totalarch.com/architecture_of_nakhichevan-on-don?ysclid=mikefygdf1272366707
2. Bagdykov G. History of the Rostov Nakhichevan Center. – URL : https://rostovo-nakhichevansky-pegas.ru/istorija-centra-rostovskoj-nahichevani
3. Dalakhovsky E. I. Nakhichevan Churches / Donian Chronicle. Year 1999 / Don State Public Library. – Rostov-on-Don, 1998. – Iss. 9. P. 98–101. – URL : http://donvrem.dspl.ru/Files/article/m8/2/art.aspx?art_id=171
4. The Don Armenians. – URL : https://cyclowiki.org/wiki
5. Nakhichevan: a Russian city with an Armenian flavor. – URL : https://161.ru/text/gorod/2012/11/06/57714071
6. Nakhichevan-on-Don The history of the Armenian city disappearing inside Rostov-on-Don. Merkulova O. Nature reserve….. – URL : https://zapovednik.space/material/nahichevan-na-donu
7. The resettlement of Armenians from Crimea to the Don. Myasnikovsky District / Comp. by L.S. Sekizyan. – Rostov-on/D. : MP Kniga, 1999. – 240 p. – URL : https://books.totalarch.com/architecture_of_nakhichevan-on-don?ysclid=mikefygdf1272366707
8. Timofeeva G. The Past and Present of the Surb Khach Temple. // Argumenty i Fakty Weekly. – 2008. – № 23. – URL : https://rostov.aif.ru/archive/1771641?ysclid=mikfi2v3i2149247922

УДК 94/93

СТРОЙКА КАК РИТУАЛ: СИМВОЛИЧЕСКОЕ И САКРАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЗАКЛАДКИ ХРАМОВ И ГОРОДОВ В ДРЕВНЕЙ РУСИ (XI–XIII ВВ.)

♦♦♦♦♦

CONSTRUCTION AS A RITUAL: THE SYMBOLIC AND SACRED SIGNIFICANCE OF THE LAYING OF TEMPLES AND CITIES IN ANCIENT RUSSIA (XI–XIII CENTURIES)

Лаврентьева Марина Андреевна
кандидат исторических наук,
доцент,
доцент кафедры,
Кубанский государственный технологический университет
tabar1@rambler.ru

Зеленская Кристина Витальевна
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
zelenskayaa-072512@mail.ru

Дубиненко Никита Александрович
лаборант,
Кубанский государственный технологический университет
nikita-dubinenko@yandex.com

Аннотация. статья посвящена исследованию сакрального и политического смысла ритуалов, сопровождавших начало строительства храмов и городов в Древней Руси в XI–XIII вв. Целью данной работы является комплексный анализ закладки храмов и городов в Древней Руси XI–XIII вв. как сакрально-символического ритуала, выявление их семантического единства и различий, а также определение роли этих практик в конструировании сакрального ландшафта, легитимации власти и формировании коллективной идентичности древнерусского общества. В задачи исследования входит выявление и описание структуры ритуалов закладки, раскрытие сакральной символики и анализ политических аспектов ритуала как инструмента утверждения княжеской власти и консолидации общества. В качестве источников использованы исторические документы, архивные данные, имеющиеся в открытом доступе, научные работы на тему заложении городов и храмов. Для решения поставленных задач были использованы историко-генетический и сравнительный методы, благодаря которым возможно проследить происхождение и эволюцию ритуалов закладки строения в Древней Руси XI–XIII вв. Результаты исследования демонстрируют, что закладка храма или города не была простым строительным мероприятием. Это был сакральный акт, повторяющий божественный акт творения и уподобляющийся церковной литургии. Практическая значимость работы заключается в возможности использовать её выводы для научно-исследовательской деятельности при изучении древнерусской культуры, в учебном процессе при подготовке курсов по истории России и в практической деятельности учреждений культуры. Научная новизна работы заключается в рассмотрении строительства как целостного ритуального комплекса, объединявшего сакральные и властные практики, что позволяет глубже понять механизмы формирования культурного ландшафта Древней Руси.

Lavrentieva Marina Andreevna
Candidate of Historical Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor of the Department,
Kuban State Technological University
tabar1@rambler.ru

Kristina Vitalievna Zelenskaya
Student,
Kuban State Technological University
zelenskayaa-072512@mail.ru

Dubinenko Nikita Aleksandrovich
Laboratory Assistant,
Kuban State Technological University
nikita-dubinenko@yandex.com

Annotation. The article is devoted to the study of the sacred and political meaning of the rituals that accompanied the beginning of the construction of temples and cities in Ancient Russia in the XI–XIII centuries. The purpose of this work is a comprehensive analysis of the foundations of temples and cities in Ancient Russia of the XI–XIII centuries. as a sacred and symbolic ritual, the identification of their semantic unity and differences, as well as the definition of the role of these practices in the construction of the sacred landscape, the legitimization of power and the formation of the collective identity of ancient Russian society. The objectives of the research include the identification and description of the structure of the laying rituals, the disclosure of sacred symbols and the analysis of the political aspects of the ritual as a tool for the establishment of princely power and consolidation of society. The study uses historical documents, archival data available in the public domain, and scientific works on the foundation of cities and churches as sources. The study employs historical-genetic and comparative methods to trace the origin and evolution of rituals associated with the foundation of buildings in Ancient Rus from the XI–XIII centuries. The findings suggest that the foundation of a church or a city was not just a construction project. It was a sacred act that reflected the divine act of creation and resembled a church liturgy. The practical significance of the work lies in the possibility of using its findings for research activities in the study of ancient Russian culture, in the educational process in the preparation of courses on the history of Russia and in the practical activities of cultural institutions. The scientific novelty of the work lies in the consideration of construction as an integral ritual complex

that combined sacred and powerful practices, which allows for a deeper understanding of the mechanisms of formation of the cultural landscape of Ancient Russia.

Ключевые слова: сакральное пространство, Древняя Русь, ритуал, символизм, княжеская власть, христианизация, XI–XIII вв.

Keywords: sacred space, Ancient Russia, ritual, symbolism, princely power, Christianization, XI–XIII centuries.

Введение

Актуальность изучения средневекового градостроительства Древней Руси выходит далеко за рамки анализа архитектурно-технических аспектов. В последние десятилетия в отечественной историографии все более отчетливо прослеживается междисциплинарный подход, рассматривающий город не только как социально-экономический и политический феномен, но и как сложный семиотический и сакральный текст. В контексте данного подхода обряд закладки города или храма предстает не просто началом строительных работ, а ключевым ритуалом, посредством которого осваиваемое пространство наделялось сакральным смыслом, превращалось из «хаоса» в «космос», встраивалось в христианскую картину мира.

Данное исследование фокусируется на анализе строительства как ритуала, выявлении его символического и сакрального значения в культуре Древней Руси. Хронологические рамки исследования (XI–XIII вв.) охватывают период активного градостроительства и христианизации Руси, когда формировалась устойчивая традиция сакрального осмысления этого процесса.

Целью настоящего исследования является комплексное изучение обрядов закладки городов и храмов, их семантики и функций в формировании сакральной топографии древнерусских поселений. Для достижения поставленной цели были использованы разнообразные источники, включая исторические документы и научные работы на тему заложении городов и храмов.

Научная значимость исследования заключается в углубленном изучении одного из ключевых механизмов сакрализации пространства в Древней Руси, что вносит вклад в более полное и комплексное понимание древнерусской культуры как синтеза практической деятельности и глубокой религиозной символики. Результаты исследования могут быть использованы для дальнейших изысканий в истории России, а также для практической деятельности учреждений культуры.

Материалы и методы исследований

Методологическая основа исследования включает историко-генетический и сравнительный методы, которые позволяют рассмотреть историю закладки храмов и городов в Древней Руси XI–XIII вв. с момента зарождения самой идеи и в сравнении с подобными мероприятиями в Византийской империи.

Результаты и обсуждение

Исторические предпосылки развития строительных ритуалов

Крещение Руси в 988 году стало поворотным моментом при строительстве, однако языческое мировоззрение, основанное на анимизме и вере в сакральность природных сил, не исчезло, но вступило в сложное взаимодействие с христианской догматикой [2]. В области строительных ритуалов это проявилось особенно ярко. Если христианство принесло четкий чин освящения места и закладки храма, включавший молитвы, крестный ход и водружение креста, то древнее, архаическое сознание требовало «договора» с духом места, его умилостивления или подчинения [3]. Ритуалы закладки, таким образом, стали формой такого «диалога», где христианская символика накладывалась на более древние представления об освоении и окультуривании хаотичного, «чужого» пространства, превращая его в «свое», упорядоченное и защищенное.

Активное градостроительство и храмовое строительство в XI–XIII вв. было напрямую связано с процессом политической централизации и укрепления власти князя. Закладка нового города или кафедрального собора была не только административным мероприятием, но и мощным идеологическим жестом, призванным визуализиро-

вать и легитимировать власть князя как «помазанника Божьего» [1]. Строительство по княжескому указу превращало его в устроителя сакрального пространства, прямого преемника византийских императоров и библейских царей-строителей. Город, основанный князем, становился не просто укрепленным поселением, а религиозным и политическим центром, «малым царством», моделью которого был Небесный Град – Иерусалим [4]. Таким образом, строительный ритуал служил инструментом сакрализации не только пространства, но и самой княжеской власти.

Выбор места: между практикой, знамением и символикой

Закладка нового города или храма в Древней Руси представляла собой не просто начало строительных работ, а сакральный акт, переводящий участок земли из состояния «хаоса» в состояние «космоса» – упорядоченного и освященного пространства. Ключевым элементом этого ритуала был выбор места, который осуществлялся по строго определенным, хотя и не всегда явно зафиксированным в летописях, критериям. Как отмечает В.В. Долгов, древнерусский город XI–XIII вв. мыслился прежде всего как сакральный центр, «микрокосм», воспроизводящий на земле образ Небесного Иерусалима [1]. Следовательно, место для его основания должно было обладать особыми качествами, делающими его пригодным для этой высокой миссии.

Одним из фундаментальных принципов был выбор красивого и видного места, часто на возвышенности. Этот мотив регулярно встречается в летописных рассказах об основании городов. Высокий холм или мыс при слиянии двух рек был не только стратегически удобен, но и глубоко символичен. Он олицетворял собой мировую гору, точку связи небесного, земного и подземного миров [9]. Такое место уподоблялось Сиону и Голгофе, что сразу придавало будущему граду сакральный статус. Кроме того, в традиционной культуре существовала антропоморфная модель мира, где ландшафт воспринимался как тело мифологического первопредка. В рамках этой парадигмы возвышенность могла ассоциироваться с головой, а реки – с руками или ногами. Таким образом, город, основанный на «голове», занимал центральное, управляющее положение в освоенной территории [3].

Нередко выбор падал на места, уже отмеченные религиозной практикой. Это могли быть языческие капища, которые, будучи освящены заново, продолжали выполнять функцию сакрального центра, но уже в христианском контексте. Таким образом, новая вера не отрицала старую сакральность места, а переосмысляла и подчиняла ее себе. Другим важным фактором были чудесные знамения или явления икон, которые интерпретировались как прямое указание Божие на необходимость строительства храма именно в этом месте. Летописи содержат рассказы о снах, видениях и небесных знаках, предопределивших место закладки церквей. Ритуальный выбор места часто сопровождался молебнами и крестными ходами, во время которых духовенство и народ «выспрашивали» божественную волю [1].

В случаях, когда не было явного знака, прибегали к ритуалу жребия. Этот метод, уходящий корнями в древнейшие практики, в христианскую эпоху приобретал новое звучание: считалось, что через жребий проявляется воля Божия. Процедура описана, в частности, в «Повести временных лет» при основании Печерского монастыря: монахи, желая построить церковь, молились, и Бог «указал» им место через росу, которая сошла только на одном, определенном участке. Подобные истории подчеркивают, что инициатива строительства приписывалась не человеку, а Божественному провидению. Человек лишь выступал исполнителем высшей воли, что легитимизировало весь последующий процесс и придавало сооружению непререкаемый авторитет [3].

Выбрав сакрально отмеченное место, строители приступали к его ритуальному измерению и разметке. Этот акт был прямым уподоблением Богу-Творцу, который «расторгнул землю мерою и весом». Квадратная или круглая форма идеального города, восходящая к описанию Небесного Иерусалима в Апокалипсисе, символизировала вселенскую гармонию и завершенность. Храм, как правило, ставился в геометрическом центре этой символической структуры, становясь ее духовным и планировочным ядром. Таким образом, сам акт разметки был не технической процедурой, а литургическим действием, в ходе которого небесный прообраз «проецировался» на земную поверхность [10].

Ритуал закладки: от языческой жертвы к христианскому кресту

В основе древнейших строительных ритуалов лежала идея обеспечения прочности и долговечности сооружения через принесение сакральной жертвы. Как отмечается в исследованиях, в традиционных обществах акт строительства воспринимался как вторжение в упорядоченный хаос, наделенный сверхъестественными силами, которые следовало умилостивить [3]. Эта практика, известная как «строительная жертва», была широко распространена у славян и других народов.

Археологические данные подтверждают существование таких обрядов на Руси. Б.А. Рыбаков, анализируя глубинные пласты народной культуры, указывал на пережитки языческих представлений, долгое время сохранявшиеся в крестьянской среде [5]. При закладке городов или крепостных стен в фундаментах и под углами зданий археологи находят предметы, несущие явно ритуальный характер: черепа и кости животных (чаще всего коня или быка), монеты, зерно, реже – следы антропоморфных жертвоприношений. Классическим примером является находка черепа и костей огромного тура в основании вала древнего Витебска. Эти жертвы были призваны «оживить» строение, сделать его частью живого космоса, передать ему силу и устойчивость жертвенного существа. Семантика начала, фундамента, напрямую связывалась с идеей основания мира, которое в архаичном сознании также часто требовало акта жертвоприношения [4].

С принятием христианства языческая по форме практика не исчезла, но была переосмыслена и интегрирована в новую религиозную систему. Языческая «строительная жертва» была замещена христианским ритуалом освящения места и закладки мощей.

Канонический чин основания храма, пришедший на Русь из Византии, предписывал обязательное положение в основание престола (алтарной части) святых мощей. Этот акт имел глубокое богословское значение: храм возводился не просто на пустом месте, но на «краеугольном камне» мученической крови святых, которые, по учению Церкви, являются духовным фундаментом и опорой всей христианской общины [7]. Таким образом, идея жертвы не была отменена, но была возведена на несравненно более высокий сакральный уровень. Материальная жертва (животное) была заменена духовной жертвой святого, а утилитарная цель «укрепления» здания преобразовалась в идею его одухотворения и преображения в Дом Божий.

Центральным же внешним символом, вытеснившим и одновременно функционально заменившим архаичные обереги, стал крест. Водружение креста на месте будущего строительства стало обязательным элементом ритуала. Крест маркировал собой не только освящение территории, но и ее экзистенциальное преображение. Он являлся зримым знаком победы Христа над смертью и силами хаоса, знаком обладания этой территорией христианским Богом [2].

Символически крест, устанавливаемый в центре будущего города или храма, выполнял ту же функцию, что и мировое древо или столп в архаичных космологиях – он становился осью мира, вокруг которой будет выстраиваться упорядоченный космос христианской общины [3]. Он пронзал собой все уровни мироздания, соединяя земное пространство с небесным, что делало его самой мощной защитой от любых враждебных сил. В этом акте ярко проявилась семантика строительства как «начала начал», творения нового мира из хаоса [4].

Важно подчеркнуть, что в XI–XIII вв. процесс христианизации строительных обрядов не был полностью завершен. Наряду с каноническим положением мощей под алтарем, в фундаментах светских и оборонительных построек могли продолжать существовать пережиточные формы «строительных жертв» (укладка монет, горстей зерна), которые народное сознание уже не воспринимало как прямое жертвоприношение, но как обряд на «удачу» и «благополучие». Это позволяет говорить о сложном ритуальном синкретизме эпохи, когда официальная церковная практика (крест и мощи) сосуществовала с глубоко укорененными народными традициями.

Храм как образ мироздания

Древнерусский храм был не просто местом для молитвы, а зримым образом вселенной, микрокосмом, построенным по образу макрокосма.

Крестово-купольная система, заимствованная из Византии, имела глубокую богословскую трактовку. Куб храма символизировал земной мир, а воздвигнутый над ним ку-

пол – небесный свод. Глава (купол) уподоблялась Христу как Главе Церкви, а барабан, на котором она покоилась, – чину ангелов, соединяющих небо и землю [8]. Таким образом, вертикальная структура храма (земля – небо) являлась моделью мироздания.

Храм всегда ориентировался алтарем на восток, навстречу восходящему солнцу – символу Христа («Солнца Правды») и рая. Эта ориентация задавала сакральную топографию не только самому зданию, но и всему окружающему пространству, организуя его по оси «запад (символ тьмы, смерти) – восток (символ света, спасения)» [5; 8].

Внутреннее убранство храма, его фрески и мозаики, представляли собой «евангелие для неграмотных» и одновременно образ Царства Небесного. Молящийся, находясь внутри, оказывался в символическом пространстве Рая, где присутствие Божие являлось ему в образах святых и евангельских событий [1].

Город как сакральный центр мира

Город в мировоззрении человека Древней Руси также воспринимался как сакрализованное, упорядоченное пространство, противопоставленное хаосу «дикого» окружающего мира.

Идеальная модель древнерусского города предполагала его центрическую и крестообразную структуру. В центре находился детинец (кремль) с кафедральным собором, который был сакральным сердцем города. От него могли расходиться главные улицы, образуя крест. Эта планировка не только повторяла форму креста – главного символа христианства, но и символически уподобляла город Вселенной, в центре которой находится сакральный «пуп земли» – храм [2; 4].

Многие древнерусские города осмыслялись как местное воплощение, образ Иерусалима Небесного. Эта идея подкреплялась наличию святынь – чудотворных икон, мощей, а также главного городского собора, который часто называли «Святой Софией» по образцу Константинополя, который, в свою очередь, понимался как «Второй Иерусалим» [4; 11]. Таким образом, город становился не просто административным центром, но и центром духовным, местом спасения для своих жителей.

Стены и ворота города имели не только военное, но и глубокое символическое значение. Они были границей между «своим» (освященным, космическим) и «чужим» (враждебным, хаотическим) пространством. Надвратные храмы выполняли функцию духовной защиты, освящая вход и выход из города [1; 4].

Выводы

Проведенное исследование позволило выявить, что акт закладки города или храма в Древней Руси XI–XIII веков представлял собой не техническое, а сложное ритуально-символическое действо, направленное на сакрализацию пространства и его интеграцию в христианско-мифологическую картину мира. Основные результаты работы могут быть сформулированы следующим образом:

1. Выбор места для строительства и сам акт закладки подчинялись сложному комплексу сакральных представлений, уходящих корнями как в христианскую традицию, так и в дохристианские верования.

2. С принятием христианства ритуал закладки приобрел каноническую церковную форму, что позволило выявить его ключевую символическую функцию – освящение и защиту.

3. Планировка и архитектура храма или города несли глубокую символическую нагрузку, моделируя устройство мироздания.

4. Ритуал закладки был мощным инструментом легитимации и демонстрации княжеской власти.

Проведенная работа подтверждает, что закладка городов и храмов в Древней Руси являлась комплексным ритуалом. Он сочетал в себе функции сакрализации пространства, легитимации власти, демонстрации общественно-идеологических установок и обеспечивал связь между земным миром и божественным порядком.

Литература

1. Долгов В.В. Древнерусский город XI–XIII вв. как сакральное пространство // Вестник ЧелГУ. Серия 1. История. – 2005. – № 2. – С. 17–24. – URL : https://www.academia.edu/3774331 (дата обращения 02.11.2025).
2. Солнцев И.И. Формирование сакральной символики русского средневекового города // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2012. – № 6(1). – С. 180–

187. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-sakralnoy-simvoliki-russkogo-sredneve kovogo-goroda (дата обращения 02.11.2025).
3. Авдеев В.М. Строительные ритуалы в традиционном обществе: символика места // Вестник Русской христианской гуманитарной академии. – 2016. – С. 316–324. – URL : https://cyber leninka.ru/article/n/stroitelnye-ritualy-v-traditsionnom-obschestve-simvolika-mesta (дата обращения 02.11.2025).
4. Долгов В.В. Быт и нравы Древней Руси. – М. : Яуза, Эксмо, 2007. – 512 с. – URL : https:// djvu.online/file/6KWD07X8BOErR?ysclid=mipweraz6562441840 (дата обращения 02.11.2025).
5. Рыбаков Б.А. Из истории культуры Древней Руси. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1984. 240 с. – URL : https://djvu.online/file/xrki9UL1i01bb?ysclid=mipwhn5vlk836655125 (дата обращения 03.11.2025).
6. Майничева А.Ю. Символические аспекты закладки православных церквей // Баландинские чтения. – 2021. – Т. XVI. – С. 60–65. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/simvolicheskie-aspekty-zakladki-pravoslavnyh-tserkvey (дата обращения 04.11.2025).
7. Аванесов С.С. Символика древнерусского храма // Вестник Томского государственного университета Культурология и искусствоведение. – 2013. – № 4(12). – С. 154–157. – URL : https://journals.tsu.ru/uploads/import/1020/files/12-153.pdf (дата обращения 04.11.2025).
8. Янин В. Л., Алешковский М.Х. Происхождение Новгорода (к постановке проблемы) // История СССР. – 1971. – № 2. – С. 32–61. – URL : https://web.archive.org/web/20071231083153; http://www.russiancity.ru/books/b39.htm (дата обращения 15.11.2025).
9. Долгов В. В. Начальный этап истории Киева (IX–X вв.) // Вестник Челябинского государственного университета. – Серия 1. История. – 2005. – № 2. – С. 5–17. – URL : https://www. academia.edu/36731623 (дата обращения 15.11.2025).
10. Долгов В.В. Древнерусский город XI–XIII веков как сакральное пространство // Вестник ЧелГУ. – Серия 1. История. – 2005. – № 2. – С. 17–24. – URL : https://cyberleninka.ru/ article/n/drevnerusskiy-gorod-xi-xiii-vekov-kak-sakralnoe-prostranstvo-1 (дата обращения 15.11.2025).

References

1. Dolgov V.V. The Old Russian City of the 11th–13th Centuries as a Sacred Space // Bulletin of Chelyabinsk State University. Series 1. History. – 2005. – № 2. – P. 17–24. – URL : https:// www.academia.edu/3774331 (date of application 02.11.2025).
2. Solntsev I.I. Formation of Sacred Symbolism of the Russian Medieval City // Bulletin of N.I. Lobachevsky University of Nizhny Novgorod. – 2012. – № 6(1). – P. 180–187. – URL : https://cyber leninka.ru/article/n/formirovanie-sakralnoy-simvoliki-russkogo-sredneve kovogo-goroda (date of application 02.11.2025).
3. Avdeev V.M. Construction rituals in traditional society: symbolism of place // Bulletin of the Russian Christian Humanitarian Academy. – 2016. – P. 316–324. – URL : https://cyber leninka.ru/article/n/stroitelnye-ritualy-v-traditsionnom-obschestve-simvolika-mesta (date of application 02.11.2025).
4. Dolgov V.V. Everyday Life and Customs of Ancient Rus'. M. : Yauza, Eksmo, 2007. 512 p. – URL : https://djvu.online/file/6KWD07X8BOErR?ysclid=mipweraz6562441840 (Accessed 02.11.2025).
5. Rybakov B.A. From the History of Culture of Ancient Rus'. – M. : Moscow University Press, 1984. – 240 p. – URL : https://djvu.online/file/xrki9UL1i01bb?ysclid=mipwhn5vlk836655125 (date of application 03.11.2025).
6. Mainicheva A.Yu. Symbolic Aspects of the Foundation of Orthodox Churches // Balandin Readings. – 2021. – Vol. XVI. – P. 60–65. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/simvolicheskie-aspekty-zakladki-pravoslavnyh-tserkvey (date of application 04.11.2025).
7. Avanesov S.S. Symbolism of the Old Russian Temple // Bulletin of Tomsk State University Cultural Studies and Art Criticism. – 2013. – № 4(12). – P. 154–157. – URL : https://journals.tsu.ru/uploads/import/1020/files/12-153.pdf (date of application 04.11.2025).
8. Yanin V.L. The Origin of Novgorod (towards the Formulation of the Problem) / V.L. Yanin, M.Kh. Aleshkovsky // History of the USSR. – 1971. – № 2. – P. 32–61. – URL : https://web.archive.org/web/20071231083153; http://www.russiancity.ru/books/b39.htm (date of application 15.11.2025).
9. Dolgov V.V. The Initial Stage of the History of Kyiv (9th-10th Centuries) // Bulletin of the Chelyabinsk State University. – Series 1. History. – 2005. – № 2. – P. 5–17. – URL : https://www. academia.edu/36731623 (date of application 15.11.2025).
10. Dolgov V.V. The Old Russian City of the 11th–13th Centuries as a Sacred Space // Bulletin of Chelyabinsk State University. – Series 1. History. – 2005. – № 2. – P. 17–24. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/drevnerusskiy-gorod-xi-xiii-vekov-kak-sakralnoe-prostranstvo-1 (date of application 11/15/2025).

УДК 94/93

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ВАРЯГОВ: ИСТОРИЧЕСКИЙ КОНТЕКСТ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ РУСИ

♦♦♦♦♦

THE ORIGIN OF THE VARANGIANS: HISTORICAL CONTEXT AND CULTURAL INFLUENCES

Лаврентьева Марина Андреевна
кандидат исторических наук,
доцент,
доцент кафедры,
Кубанский государственный технологический университет
tabar1@rambler.ru

Дубиненко Никита Александрович
лаборант,
Кубанский государственный технологический университет
nikita-dubinenko@yandex.com

Степаненко Ксения Олеговна
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
Ksen1stepanenko@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена комплексному исследованию проблемы происхождения варягов, их роли в формировании древнерусской государственности и их культурного взаимодействия со славянскими и финно-угорскими племенами. Цель работы заключается в анализе ключевых аспектов варяжского феномена: их этнокультурных корней, основных направлений миграции и характера влияния на социально-политическое и культурное развитие Древней Руси. В задачи исследования входит выявление и анализ различных теорий этногенеза варягов (скандинавская, славянская и др.), реконструкция путей их миграции по Волжскому и Днепровскому торговым путям, оценка степени их влияния на становление институтов государственной власти, военного дела, права и материальной культуры, а также определение специфики культурного синтеза и ассимиляции в древнерусском обществе. В качестве источников использованы данные древнерусских летописей (Повесть временных лет), скандинавских саг, византийских и арабских хроник, а также результаты археологических исследований (погребальные комплексы, клады, предметы материальной культуры) и данные лингвистики, которые находятся в открытом доступе. Для решения поставленных задач были использованы историко-аналитический, сравнительно-исторический и междисциплинарный подходы, что позволило рассмотреть проблему в единстве ее исторического, археологического и культурологического аспектов. Результаты исследования демонстрируют, что варяги представляли собой преимущественно скандинавский по происхождению элемент, чья деятельность, от военно-торговых предприятий до управления, стала одним из катализаторов процессов политогенеза, интегрировавшись в местную среду и оказав значительное, но не определяющее влияние на становление Древнерусского государства. Практическая значимость работы заключается в возможности использования её выводов в образовательном про-

Lavrentieva Marina Andreevna
Candidate of Historical Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor of the Department,
Kuban State Technological University
tabar1@rambler.ru

Dubinenko Nikita Aleksandrovich
Laboratory Assistant,
Kuban State Technological University
nikita-dubinenko@yandex.com

Stepanenko Ksenia Olegovna
Student,
Kuban State Technological University
Ksen1stepanenko@yandex.ru

Annotation. The article is devoted to a comprehensive study of the problem of the Varangians' origin, their role in the formation of ancient Russian statehood, and cultural interaction with Slavic and Finno-Ugric tribes. The aim of the work is to analyze the key aspects of the Varangian phenomenon: their ethnocultural roots, main migration routes, and the nature of their influence on the socio-political and cultural development of Ancient Rus. The research objectives include identifying and analyzing various theories of the Varangian ethnogenesis (Scandinavian, Slavic, etc.), reconstructing their migration routes along the Volga and Dnieper trade routes, assessing the degree of their influence on the establishment of state institutions, military affairs, law, and material culture, as well as determining the specifics of cultural synthesis and assimilation within ancient Russian society. The sources used include data from ancient Russian chronicles (The Primary Chronicle), Scandinavian sagas, Byzantine and Arabic chronicles, as well as the results of archaeological research (burial complexes, hoards, material culture artifacts) and linguistic data. To address the tasks, historical-analytical, comparative-historical, and interdisciplinary approaches were used, allowing for the examination of the problem through the unity of its historical, archaeological, and cultural aspects. The research results demonstrate that the Varangians were primarily of Scandinavian origin, and their activities, from military-trading ventures to governance, became one of the catalysts for political genesis, integrating into the local environment and exerting a significant, though not definitive, influence on the formation of the Old Russian state. The practical significance of the

цессе при подготовке учебных курсов по истории России, а также в научно-экспертной деятельности для выработки взвешенных интерпретаций в рамках дискуссий вокруг норманнской и антинорманнской теорий. Новизна исследования проявляется в комплексном подходе, объединяющем данные истории, археологии и лингвистики для создания многомерной картины варяжского присутствия на Руси. Работа вносит вклад в изучение ранней истории России и открывает перспективы для сравнительных исследований с аналогичными процессами в Европе эпохи викингов.

Ключевые слова: варяги, происхождение варягов, Древняя Русь, норманнская теория, древнерусская государственность.

work lies in the potential use of its conclusions in the educational process for developing curricula on Russian history, as well as in scientific and expert activities for developing balanced interpretations within debates surrounding Normanist and anti-Normanist theories. The novelty of the research is manifested in its comprehensive approach, combining data from history, archaeology, and linguistics to create a multidimensional picture of the Varangian presence in Rus. The work contributes to the study of Russia's early history and opens prospects for comparative studies with similar processes in Europe during the Viking Age.

Keywords: varangians, origin of the varangians, ancient Rus', normanist theory, old russian statehood.

Введение

Изучение проблем этногенеза и роли ключевых групп в становлении государственности представляет собой один из фундаментальных вопросов исторической науки, позволяющий раскрыть сложное переплетение миграционных, политических и культурных процессов. Варяги, чье появление на исторической арене Восточной Европы оказало влияние на судьбу региона, являются центральной фигурой в данном контексте. Проблема их происхождения, характера миграции и степени влияния на формирование Древнерусского государства остается предметом острых научных дискуссий. Актуальность исследования обусловлена не только непрекращающейся полемикой между норманнистами и антинорманнистами, но и необходимостью применения современных комплексных подходов, которые позволяют преодолеть устоявшиеся стереотипы и рассмотреть варяжский феномен во всем его многообразии.

Анализ существующей историографии демонстрирует, что большинство исследований сосредоточено на отдельных аспектах данной проблемы. Так, сторонники норманнской теории, опираясь на данные летописей и археологии, доказывают скандинавское происхождение варягов и их решающую роль в создании государства, но зачастую недооценивают внутренние предпосылки развития восточнославянского общества. Их оппоненты, акцентируя внимание на автохтонных процессах, нередко игнорируют очевидные археологические и лингвистические свидетельства присутствия скандинавов. Историко-правовые исследования анализируют «варяжский элемент» в контексте становления династии и элит, но оставляют в тени вопросы культурного взаимодействия и ассимиляции. Экономические работы рассматривают варягов как участников торговых путей, но не раскрывают механизмы их интеграции в местную социальную структуру. Таким образом, отсутствие междисциплинарного синтеза, объединяющего данные археологии, лингвистики, письменных источников и антропологии, создает значительный пробел в целостном понимании роли варягов в истории Древней Руси.

Целью настоящего исследования является комплексный анализ происхождения, миграционных путей и характера культурно-политического влияния варягов на становление Древнерусского государства. Для достижения поставленной цели были использованы разнообразные источники, включая древнерусские летописи (в первую очередь «Повесть временных лет»), скандинавские саги, византийские и арабские хроники, а также данные археологии (погребальные памятники, клады, предметы материальной культуры) и лингвистики.

Научная значимость работы заключается в её комплексном подходе, который интегрирует ранее разрозненные аспекты изучения варяжской проблемы. Результаты исследования могут быть использованы для дальнейших изысканий в области древнерусской истории, этнокультурных процессов эпохи викингов, а также для разработки более сбалансированных учебных курсов. Кроме того, работа вносит вклад в понима-

ние механизмов формирования ранних государственных структур и роли культурного синтеза в этом процессе.

Материалы и методы исследований

Методологическая основа данного исследования включает историко-аналитический, сравнительно-исторический и междисциплинарный подходы, которые позволяют рассмотреть проблему происхождения и роли варягов в многомерной перспективе. Историко-аналитический метод применялся для критического изучения и интерпретации широкого круга письменных источников. Сравнительно-исторический метод способствовал выявлению общих и особенных черт варяжского присутствия на Руси в контексте аналогичных процессов в Европе с конца VIII века по конец XI века. Междисциплинарный синтез был необходим для интеграции данных из различных областей знания.

Дизайн исследования предполагает последовательный анализ нескольких ключевых аспектов:

Анализ теорий этногенеза: критический разбор норманнской, антинорманнской и иных теорий на основе современной историографии. Реконструкция миграционных путей: изучение археологических данных для картографирования перемещений варягов по Волжскому и Днепровскому торговым путям. Оценка политического влияния: анализ роли варяжских отрядов и элит в становлении институтов власти Древнерусского государства. Выявление культурных влияний: исследование областей материальной и духовной культуры, подвергшихся скандинавскому воздействию, и процессов ассимиляции. Материалами для исследования послужили: письменные источники: древнерусские летописи (прежде всего «Повесть временных лет»), скандинавские саги (например, саги о древних временах), византийские хроники (труды Константина Багрянородного) и сообщения арабских путешественников (Ибн Фадлана, Ибн Русте). Археологические данные: публикации результатов раскопок ключевых памятников (Гнёздово, Шестовица, Старая Ладога, Рюриково городище), включая анализ погребальных обрядов, оружия, украшений (фибумы, подвески) и кладов. Лингвистические данные: исследования ономастики (имена князей и дружины) и топонимики, а также анализ заимствований в древнерусском языке. Научная литература: фундаментальные труды отечественных и зарубежных исследователей по проблеме варяго-русского вопроса.

Результаты и обсуждения

Корни варягов

В истории существует множество различных теорий о происхождении варягов:

1. Летописная история.

В «Повести временных лет» [4] говорится, что варяги сначала покорили некоторые племена (кривичей, словен и др.), но те их изгнали. Позже, когда среди новгородцев начались усобицы, они снова пригласили варягов на княжение. Так прибыл Рюрик. Летописец специально уточняет, что приглашали не к каким-то абстрактным «варягам», а конкретно «к Руси», но не объясняет, кто они по национальности.

2. Норманнская теория и её подоплёка.

Из-за этой неопределенности многие историки (Н.М. Карамзин, С.М. Соловьев) и, в особенности, немецкие ученые XVIII века (Байер, Миллер) решили, что варяги — это скандинавы-викинги. Они создали «норманнскую теорию», согласно которой славяне до прихода варягов были дикими племенами, а государственность и цивилизацию им принесли шведы. А.А. Горский считает, что эта теория была политически мотивированной, чтобы принизить возраст и значение русской государственности на международной арене [5, с. 302–303].

3. Критика норманнизма и альтернативные версии.

М.В. Ломоносов и другие ученые (**Г.Ф. Миллер**, **М.Т. Белявский**) доказывали, что славяне имели древнюю историю и развитую культуру еще до Рюрика, а приглашение иноплеменного князя было обычной мировой практикой.

Далее мы рассмотрим разные, иногда очень смелые, альтернативные версии:

Сверхдревние цивилизации: Некоторые исследователи (В.Н. Дёмин, А.И. Асов) утверждают, что история Руси насчитывает тысячи лет, уходя корнями в Гиперборею или времена древних ариев, но эти версии не имеют серьезных научных доказательств.

«Новая хронология»: Н.В. Фоменко и Г.В. Носовский вообще считают, что все древние летописи, включая Нестора, недостоверны.

Варяги как наемники: Гумилёв предполагал, что «варяги» – это не народ, а межэтническое сословие профессиональных воинов-наемников.

4. Славянская версия и итоговая гипотеза.

Наиболее близкой В. В. Седову является версия о славянском происхождении варягов. Согласно этой точке зрения, варяги были не скандинавами, а западными славянами, жившими на южном побережье Балтийского моря (на землях современной Германии) [7, с. 194–197].

Основная гипотеза звучит так:

1. Варяги и новгородцы – родственники. И те, и другие были западными славянами.

2. Все славяне вышли из одного центра в Центральной Европе. Следовательно, имеют общий корень.

3. Варяги жили на балтийском побережье, где их теснили германские племена, и часть из них была вынуждена переселиться на восток, в земли будущей Руси. Следовательно, Балтика – родина варягов.

4. Древнерусское государство возникло не на пустом месте, а путем объединения двух уже существующих славянских центров: Южного (Киев) и Северного (Новгород). Призвание варягов было не началом русской истории, а этапом объединения родственных славянских земель.

Основные направления миграции варягов и их соседние народы

Определение этнической принадлежности варягов, которых летопись называет основателями русской государственности, напрямую зависит от точной идентификации соседних с ними народов, упомянутых в «Повести временных лет». Сложившаяся традиция относит эти народы (такие как «агняне» и «галичане») к Северной или Западной Европе, однако подобная локализация вступает в противоречие как с лингвистической формой самих этнонимов, так и с реальным уровнем географических представлений в Древней Руси.

Более корректный анализ позволяет предложить иную, «балтийско-славянскую» гипотезу их идентификации:

1. «Агняне» – это не англы Британии, а, скорее всего, этноконфессиональный термин для населения южного побережья Балтики. Данная форма могла закрепиться за языческими или сохраняющими особые верования общностями в регионе, тесно связанном с древнерусской торговлей и политикой. Это не случайный искаженный этноним, а устойчивое обозначение конкретной группы в летописной картине мира.

2. «Галичане» – это не кельтские обитатели Уэльса или испанской Галисии, а славянизированная часть древнего балтийского племени галиндов (голяди), чье присутствие фиксируется археологически и в письменных источниках в районе Мазурского поозерья и далее на восток. Их включение в список соседей варягов вписывается в балтийский контекст.

3. «Волошская земля», упомянутая рядом, также может относиться не к далекой Румынии, а к зоне контактов с романско- или кельтоязычным населением Центральной Европы (например, к Валашскому коридору), хорошо известной через сети балтийской торговли.

Подобная реинтерпретация ключевых этнонимов позволяет локализовать летописных варягов не в Скандинавии или на далеком Западе, а в конкретном регионе южного и восточного побережья Балтийского моря, включая его острова. Этот ареал исторически был зоной активного взаимодействия славянских, балтских и остатков германских племен, что идеально объясняет полиэтничный характер варяжских дружин и их тесные, многогранные связи с формирующимся Древнерусским государством. Таким образом, «варяжский вопрос» находит свое решение не в привлечении данных о далеких походах викингов, а в скрупулезном анализе балтийского микрокосма, хорошо знакомого древнерусским летописцам.

Появление варягов на Руси

В древних русских городах, стало появляться много варягов. Сначала они были купцами, но постепенно стали захватывать власть. Изначально варяги создавали военные базы. В торговых городах они организовывали свои вооруженные кланы. Их тор-

говые дворы превращались в укрепленные пункты: они их огораживали, копили оружие и в нужный момент из купцов превращались в воинов, свергая местных правителей. Их власть росла. Славяне даже были не против, так как варяги сменили хазар, которым приходилось платить огромную дань. В отличие от хазар, варяжские князья не грабили местных, а оставались править, чтобы расширять свое влияние. Так, князья Аскольд и Дир остались в Киеве, узнав о дани. Далее варяги постепенно ассимилировались, то есть смешивались со славянами, перенимая их язык и обычаи. Они создавали целые княжества. В IX веке появились: Новгородское (Рюрика), на Белом озере (Синеуса), в Изборске (Трувора), Киевское (Аскольда и Дира). Позже возникли и другие, например, Полоцкое и Туровское [6].

Междоусобицы и хитрости

Киевским князьям, которые считали себя коренными правителями, такое усиление варягов не нравилось. Начались усобицы. Князья стали нанимать одних варягов против других. Но эти наемники были хитрыми и ненадежными. Они могли в решающий момент предать и перейти на сторону врага, если это было выгодно.

Яркий пример: Князь Владимир I нанял отряд викингов из-за моря, чтобы победить брата. Но когда те увидели богатство Киева, они потребовали отдать им город на разграбление. Владимиру I пришлось проявить хитрость: он отправил их на службу в Византию (Царьград), чтобы избежать беды.

Со временем власть киевских князей усиливалась, и все эти отдельные варяжские княжества вошли в состав единого государства – Руси с центром в Киеве.

В истории варягов еще очень много белых пятен. До сих пор точно не ясно, откуда они пришли и какова их настоящая роль. Раскрытие этих тайн – задача для историков.

Влияние варягов на социально-политическое развитие и культуру Древней Руси

1. Социально-политическое развитие:

Ключевая роль варягов, согласно летописной традиции, заключалась в призвании князя Рюрика на правление. Этот акт интерпретируется не как завоевание, а как добровольный выбор, положивший конец междоусобицам. Это привело к:

Установлению правящей династии Рюриковичей, которая стала стержнем древнерусской государственности на протяжении семи веков.

Закреплению принципа наследственной единоличной власти (княжеской власти) вместо племенного самоуправления.

Созданию системы централизованного управления и подавлению внутренних усобиц, что способствовало консолидации славянских и финно-угорских племен.

Формированию социальной элиты: варяжская дружина составила костяк нового господствующего слоя — военно-служилой знати (дружинников), которая стала опорой княжеской власти. Это заложило основу для будущей феодальной иерархии.

Укреплению внешнеполитических позиций. Будучи опытными мореплавателями и воинами, варяги обеспечили связи Руси с внешним миром, в частности, с Византией и Скандинавией. Они сыграли роль в организации военных походов (например, на Константинополь) и защите торговых путей, что укрепляло международный авторитет и экономику молодого государства.

2. Культурное развитие:

А.С. Королев подчеркивает, что становление древнерусской культуры происходило в результате взаимодействия и синтеза славянских, финно-угорских и скандинавских элементов. Варяги не доминировали культурно, а активно ассимилировались, перенимая язык и обычаи местного населения.

Варяги были активными участниками торговых операций по пути «из варяг в греки». Их присутствие стимулировало рост древнерусских городов (таких как Ладога, Новгород, Киев) как ключевых торговых и ремесленных центров.

Варяги принесли с собой передовые для того времени военные технологии (типы оружия, тактику) и навыки судостроения, что усиливало военный потенциал Руси.

Массового варяжского влияния на язык не было, варяги оставили след в древнерусской антропонимике (имена Олег, Игорь, Ольга) и топонимике. Ряд терминов,

связанных с управлением и торговлей (например, «гридь», «тиун», «вервь» — в дискуссионном порядке), мог быть заимствован или получить новое значение благодаря скандинавскому влиянию.

Вывод

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что роль варягов в русской истории была сложной и многогранной. Исследование отвергает классическую норманнскую теорию как политически ангажированную и предлагает альтернативную «балтийско-славянскую» гипотезу. Согласно ей, варяги были не скандинавами, а западными славянами с побережья Балтийского моря, что подтверждается пересмотром летописных этнонимов («агняне», «галичане»).

Ключевая роль варягов заключалась не в создании государственности «с нуля», а в катализировании процессов объединения уже существовавших славянских центров (Новгорода и Киева). Они сыграли решающую роль в установлении правящей династии Рюриковичей и формировании военно-служилой элиты, что ускорило консолидацию Древнерусского государства.

В культурном плане варяги не доминировали, а быстро ассимилировались, обогатив военное дело, торговлю и антропонимику, но не изменив основу славянской культуры. Таким образом, «варяжский вопрос» находит решение в контексте тесных связей балтийского региона и Древней Руси, а не в теории внешнего завоевания.

Литература

1. Горский А.А. Возникновение русской государственности и «призвание варягов» // Вестник Московского университета. – Серия 8. История. – 2012. – № 5. – С. 10–19. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/vozniknovenie-russkoy-gosudarstvennosti-i-prizvanie-varyagov?ysclid=mi3ncgg199263666721 (дата обращения 02.11.2025).
2. Виноградов А.Е. Этнография «Повести временных лет» и проблема локализации варягов // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: исторические науки. – 2021. – С. 8–22. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/etnogeografiya-povesti-vremennyh-let-i-problema-lokalizatsii-varyagov?ysclid=mi29ytnfjm704458065 (дата обращения 02.11.2025).
3. Повесть временных лет // Интернет-библиотека Алексея Комарова / Пер. Д.С. Лихачева. – URL : https://ilibrary.ru/text/4339/p.1/index.html (дата обращения 03.11.2025).
4. Сатушев Д.И. Норманская теория и становление российской государственности / Д.И. Сатушев, Д.Д. Рюмин, И.А. Саракин // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Государственное и муниципальное управление. – 2023. – С. 299–306. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/normanskaya-teoriya-i-stanovlenie-rossiyskoy-gosudarstvennosti?ysclid=mi3nxlebuy966602063 (дата обращения 03.11.2025).
5. Антонов П.А. К вопросу о «Призвании варягов» // Вестник Санкт-Петербурского университета. История. – Вып. 3. – Серия 2. – 2007. – С. 29–39. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-prizvanii-varyagov-1?ysclid=mi3o194glh364338981 (дата обращения 03.11.2025).
6. Седов В.В. Этногенез ранних славян // Русин. – 2002. – С. 175–198. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/etnogenez-rannih-slavyan?ysclid=mi3o443ps7266223082 (дата обращения 03.11.2025).
7. Королев А.С. О роли варяжских князей в образовании Древнерусского государства // Преподаватель XXI век. – 2009. – С. 206–213. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/o-roli-varyazhskih-knyazey-v-obrazovanii-drevnerusskogo-gosudarstva?ysclid=mi3o8q9st421135936 (дата обращения 05.11.2025).
8. Чернова Х.В. Исторические условия и предпосылки возникновения славян, основные пути становления и развития древнерусского государства / Х.В. Чернова, Д.П. Климова // Проблемы науки. Энциклопедия религий. – 2008. – С. 1106–1107. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/istoricheskie-usloviya-i-predposylki-vozniknoveniya-slavyan-osnovnye-puti-stanovleniya-i-razvitiya-drevnerusskogo-gosudarstva?ysclid=mi3odqdutz481674722 (дата обращения 5.11.2025).
9. Виноградов А.Е. Норманизм – антинорманизм: полемика и поиск «третьего пути» // Локус: люди, общество, культуры, смыслы. – 2022. – Т. 13. – № 3. – С. 87–101. URL : https://cyberleninka.ru/article/n/normanizm-antinormanizm-polemika-i-poisk-tretiego-puti?ysclid=mi3oi322kc495974090 (дата обращения 05.11.2025).

References

1. Gorsky A.A. The Emergence of Russian Statehood and the «Calling of the Varangians» // Bulletin of Moscow University. – Series 8. History. – 2012. – № 5. – P. 10–19. – URL : https:// cyberleninka.ru/article/n/vozniknovenie-russkoy-gosudarstvennosti-i-prizvanie-varyagov?ysclid=mi3ncgg199263666721 (ate of application 02.11.2025).
2. Vinogradov A.E. Ethnography of the «Tale of Bygone Years» and the Problem of Localization of the Varangians // Bulletin of Moscow City Pedagogical University. Series: Historical Sciences. – 2021. – P. 8–22. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/etnogeografiya-povesti-vremennyh-let-i-problema-lokalizatsii-varyagov?ysclid=mi29ytnfjm704458065 (ate of application 02.11.2025).
3. The Tale of Bygone Years // Alexey Komarov's Online Library / Translated by D.S. Likhachev. – URL : https://ilibrary.ru/text/4339/p.1/index.html (ate of application 03.112025).
4. Satushev D.I. Norman Theory and the Formation of Russian Statehood / D.I. Satushev, D.D. Ryumin, I.A. Sarakin // Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia. Series: Public and Municipal Administration. – 2023. – P. 299–306. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/normanskaya-teoriya-i-stanovlenie-rossiyskoy-gosudarstvennosti? ysclid=mi3nxlebuy966602063 (ate of application 03.11.2025).
5. Antonov P.A. On the Question of the «Calling of the Varangians» // Bulletin of St. Petersburg University. History. – Iss. 3. – Series 2. – 2007. – P. 29–39. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-prizvanii-varyagov-1?ysclid=mi3o194glh364338981 (ate of application 03.11.2025).
6. Sedov V.V. Ethnogenesis of the Early Slavs // Rusin. – 2002. – P. 175–198. – URL : https:// cyberleninka.ru/article/n/etnogenez-rannih-slavyan?ysclid=mi3o443ps7266223082 (ate of application 03.11.2025).
7. Korolev A.S. On the role of the Varangian princes in the formation of the Old Russian state // Teacher of the XXI century. – 2009. – P. 206–213. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/o-roli-varyazhskih-knyazey-v-obrazovanii-drevnerusskogo-gosudarstva?ysclid=mi3o8q9st421135936 (ate of application 05.11.2025).
8. Chernova H.V. Historical conditions and prerequisites for the emergence of the Slavs, the main paths of formation and development of the Old Russian state / H.V. Chernova, D.P. Klimova // Problems of science. Encyclopedia of religions. – 2008. – P. 1106–1107. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/istoricheskie-usloviya-i-predposylki-vozniknoveniya-slavyan-osnovnye-puti-stanovleniya-i-razvitiya-drevnerusskogo-gosudarstva?ysclid=mi3odqdutz481674722 (ate of application 11/5/2025).
9. Vinogradov AE Normanism – anti-Normanism: controversy and the search for a «third way» // Locus: people, society, cultures, meanings. – 2022. – Vol. 13. – № 3. – P. 87–101. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/normanizm-antinormanizm-polemika-i-poisk-tretiego-puti?ysclid=mi3oi322kc495974090 (ate of application 05.11.2025).

УДК 612.21

РОЛЬ МЕТОДОВ ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ПРИ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЕ

♦♦♦♦♦

THE ROLE OF THERAPEUTIC PHYSICAL CULTURE METHODS IN BRONCHIAL ASTHMA

Луценко Светлана Денисовна
студентка группы 25-ЭБ-РС2,
факультет экономики, управления и бизнеса,
Кубанский государственный технологический университет
svetlana.lutsenko0@mail.ru

Питкин Виктор Александрович
старший преподаватель
кафедры физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
irvik25@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается роль лечебной физической культуры (ЛФК), как важного компонента комплексной терапии бронхиальной астмы. Обосновывается, что систематически применяемые дыхательные гимнастики, физические упражнения и массаж способствуют укреплению дыхательной мускулатуры, нормализации ритма дыхания, улучшению экскурсии грудной клетки и повышению функциональных возможностей внешнего дыхания у пациентов с различной степенью тяжести заболевания.

Ключевые слова: бронхиальная астма, дыхание, лечебная физическая культура, заболевание, лечение, формы астмы, комплексная терапия.

Lutsenko Svetlana Denisovna
Student of the 25-EB-RS2 group,
Faculty of Economics, Management, and Business,
Kuban State Technological University
svetlana.lutsenko0@mail.ru

Pitkin Victor Alexandrovich
Senior Lecturer of the Department of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
irvik25@mail.ru

Annotation. This article examines the role of therapeutic physical culture (TPC) as an important component of comprehensive therapy for bronchial asthma. It is substantiated that systematically applied breathing exercises, physical activities, and massage contribute to strengthening the respiratory muscles, normalizing the breathing rhythm, improving chest excursion, and enhancing the functional capabilities of external respiration in patients with different degrees of disease severity.

Keywords: bronchial asthma, breathing, therapeutic physical culture, disease, treatment, asthma forms, comprehensive therapy.

Введение

Бронхиальная астма остается одной из наиболее распространенных хронических заболеваний дыхательной системы, существенно влияющих на качество жизни пациентов всех возрастных групп. Характерными клиническими проявлениями патологии служат рецидивирующие приступы бронхоспазма, одышки, ночного кашля и ограничения физической активности, обусловленные гиперреактивностью бронхов и нарушением вентиляции легких. В структуре комплексной терапии бронхиальной астмы особое место занимает лечебная физическая культура (ЛФК), направленная на восстановление бронхиальной проходимости, нормализацию функции дыхательных мышц, повышение толерантности к физическим нагрузкам и профилактику обострений. Дыхательная гимнастика и аэробные упражнения способствуют стабилизации клинического течения и улучшению контроля над заболеванием [4].

Определение и формы бронхиальной астмы.

Бронхиальная астма является гетерогенным заболеванием, характеризующимся хроническим воспалением дыхательных путей, наличием респираторных симптомов, таких как свистящие хрипы, одышка, заложенность в груди и кашель, которые варьируют по времени и интенсивности, проявляются вместе с вариабельной обструкцией дыхательных путей [2].

В этиологии заболевания можно выделить несколько групп факторов:

– Аллергическая форма бронхиальной астмы обусловлена иммунологической реакцией немедленного типа, при которой специфические аллергены взаимодействуют с антителами, вызывая приступы обструкции дыхательных путей.

– Инфекционно-аллергическая форма. Представляет собой одну из наиболее частых и тяжелых клинических форм заболевания. В ее патогенезе ключевую роль играют респираторные вирусы, провоцирующие хроническое воспаление бронхиального дерева.

– Аспириновая форма. Развивается на фоне нарушения метаболизма. Прием определенных медикаментов таких, как аспирин, индометацин провоцирует тяжелые обострения.

– Астма физической нагрузки. типична для молодых лиц и спортсменов. Интенсивная физическая активность вызывает острый бронхоспазм за счет потери тепла и воды с выдыхаемым воздухом, что приводит к высвобождению воспалительных медиаторов.

– Пищевая форма. В ее развитии играет роль состояние желудочно-кишечного тракта. Предвестниками считают спастические боли в области живота, также состояние слизистых оболочек желудочно-кишечного тракта.

– Стероидозависимая форма. На фоне использования в терапии стероидных препаратов развиваются приступы удушья, и устанавливается зависимость течения бронхиальной астмы от ихприема [3].

Основные задачи лечебной физической культуры при заболеваниях органов дыхания обусловлены профилактическими мероприятиями способными нормализовать тонус организма, уменьшить спазм бронхов, улучшить вентиляцию легких, а также увеличить общую подвижность диафрагмы и грудной клетки [1].

Методы лечебной физической культуры при бронхиальной астме:

Метод Стрельниковой содержит сочетание резких вдохов с движениями, сжимающими грудную клетку. Процесс представляет собой механизм «насосного» вдоха. Необходимо выполнить движение, сжать грудную клетку, сделать резкий вдох через нос, отпустить движение, далее произвести пассивный выдох через рот [5].

Метод Бутейко представляет собой сознательное уменьшение объема и глубины дыхания до «невидимого» уровня. Поверхностное дыхание расширяет бронхи и приводит к ремиссии. При выполнении упражнений необходимо воспроизвести свободный выдох через нос, задержать дыхание до легкого толчка в горле, после чего спокойно вдохнуть [6].

Аэробные упражнения – умеренные физические нагрузки, при которых работает сердечно-легочная система в щадящем режиме. Одним из примеров является по ровной поверхности с утяжелением. Разминка пять минут обычной ходьбой, после добавляются гантели 0,5 кг в руках вместе с дыхательной гимнастикой и координационными упражнениями [7]. Организация физической активности подразумевает под собой регулярное использование физических нагрузок для поддержания здоровья организма в соответствии с полом, возрастом и особенностями организма [8].

Заключение.

Лечебная физическая культура занимает центральное место в системе нефармакологических методов комплексного лечения бронхиальной астмы, демонстрируя высокую клиническую эффективность при разной форме и степени тяжести заболевания. Можно отметить, что при выборе метода ЛФК необходимо отталкиваться от индивидуальных особенностей заболевания, чтобы систематические занятия приносили пользу физическому состоянию пациента. Регулярное применение ЛФК обеспечивает стабилизацию бронхиальной обструкции, повышение толерантности к физическим нагрузкам и существенное улучшение качества жизни пациентов всех возрастных групп. Занятия физической культурой могут помочь справляться со стрессом, который возникает во время учебы и сдачи экзаменационных сессий [9]. Систематическое применение профилактических мероприятий гарантирует контроль над заболеванием с уменьшением частоты обострений и медикаментозной нагрузки.

Литература

1. Бурякин Ф.Г. Лечебная физическая культура и массаж: электрон. дан. ISBN 978-5-406-13922-6. – URL : https://book.ru/book/960936 (дата обращения 28.02.2026).

2. Выхристенко Л.Р. Бронхиальная астма : учеб. пособие. – 2-е изд., исправ. и доп. – Витебск : ВГМУ, 2023. – 82 с. ISBN 978-985-580-183-3 // Лань: электрон.-библиотеч. система. – URL : https://e.lanbook.com/book/380309 (дата обращения 28.02. 2026).
3. Клинические рекомендации «Бронхиальная астма» / Рос. респираторное обво [и др.]. – М., 2024. – 156 с. – URL : https://spulmo.ru/upload/KR-bronhialnaya-astma-2024.pdf (дата обращения 28.02.2026).
4. Вайнер Э.Н. Лечебная физическая культура : учебник. – М. : КноРус, 2024. – 346 с. ISBN 978-5-406-11588-6. – URL : https://book.ru/book/950520 (дата обращения 28.02.2026).
5. Стрельникова А.Н. Парадоксальная дыхательная гимнастика : метод. разработка. – М., 1972. Републикация 2018. – 48 с.
6. Бутейко К.П. Дыхание человека в норме и патологии. Метод волевой ликвидации глубокого дыхания (ВЛГД). – Одесса : ИДПП, 1993. – 128 с.
7. Аэробные нагрузки в профилактике и лечении бронхиальной астмы у детей и подростков // Вестник восстановительной медицины и физиотерапии. – 2023. – Т. 12. – № 4. – С. 34–42.
8. Демишев М.А. Здоровый образ жизни студента и его составляющие в период обучения в вузе / М.А. Демишев, В.А. Питкин // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 4. – С. 280–283.
9. 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. Buryakin F.G. Therapeutic physical education and massage: electronic data. ISBN 978-5-406-13922-6. – URL : https://book.ru/book/960936 (date of application 02/28/2026).
2. Vykhristenko L.R. Bronchial asthma: study guide. – 2nd ed., corrected. and additional. – Vitebsk : VSMU, 2023. – 82 p. ISBN 978-985-580-183-3 // Lan: electronic library system. – URL : https://e.lanbook.com/book/380309 (date of application 02/28/2026).
3. Clinical guidelines «Bronchial asthma» / Ros. respiratory system [et al.]. – M., 2024. – 156 p. – URL: https://spulmo.ru/upload/KR-bronhialnaya-astma-2024.pdf (date of application 02/28/2026).
4. Vainer E.N. Therapeutic physical education: a textbook. – M. : Knorus, 2024. – 346 p. ISBN 978-5-406-11588-6. – URL : https://book.ru/book/950520 (date of application 02/28/2026).
5. Strelnikova A.N. Paradoxical breathing exercises: a method. development. – M., 1972. Republication 2018. – 48 p.
6. Buteyko K.P. Human breathing in norm and pathology. Method of voluntary elimination of deep breathing (VLGD). – Odessa : IDPP, 1993. – 128 p.
7. Aerobic exercise in the prevention and treatment of bronchial asthma in children and adolescents // Bulletin of restorative medicine and physiotherapy. – 2023. – Vol. 12. – № 4. – P. 34–42.
8. Demishev M.A. Healthy lifestyle of a student and its components during their studies at a university / M.A. Demishev, V.A. Pitkin // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 4. – P. 280–283.
9. Cheremnykh N.A. The influence of physical education on the effectiveness of students' academic activities / N.A. Cheremnykh, V.A. Pitkin // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 2. – P. 430–432.

УДК 616.728.2

АСПЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ ЛЕЧЕНИЯ И ЗАНЯТИЯ ЛФК ПРИ СПОНДИЛОЛИСТЕЗЕ У ДЕТЕЙ

♦♦♦♦♦

DIAGNOSTICS, TREATMENT, AND PHYSICAL THERAPY FOR SPONDYLOLYSTIS IN CHILDREN

Питкин Виктор Александрович
старший преподаватель
кафедры физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
irvik25@mail.ru

Глухов Никита Евгеньевич
студент группы 24-ИТК9-ОП3,
факультет транспортных процессов
и технологических комплексов,
Кубанский государственный технологический университет
Bananchik221133@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается спондилолистез – заболевание позвоночника, при котором происходит смещение позвонков относительно друг друга. Описание причин возникновения, симптомов, диагностики и современных методов лечения составляет основную часть работы. В статье анализируются факторы риска, механизмы развития заболевания и подходы к лечению, включая как консервативные, так и хирургические методы. Также особое внимание уделено профилактическим мерам и важности своевременной диагностики для предотвращения осложнений, таких как неврологические расстройства и нарушение подвижности позвоночника. Статья ориентирована на медицинских специалистов, студентов медицинских и физиотерапевтических факультетов, а также на лиц, столкнувшихся с данным заболеванием.

Ключевые слова: спондилолистез, позвоночник, диагностика, лечение, ЛФК.

Pitkin Victor Alexandrovich
Senior Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
irvik25@mail.ru

Glukhov Nikita Evgenievich
Student of group 24-ITK9-OP3,
Faculty of Transport Processes
and Technological Complexes
Kuban State Technological University
Bananchik221133@mail.ru

Annotation. The article discusses spondylolisthesis, a disease of the spine in which the vertebrae are displaced relative to each other. The description of the causes, symptoms, diagnosis and modern treatment methods is the main part of the work. The article analyzes risk factors, disease development mechanisms, and treatment approaches, including both conservative and surgical methods. Special attention is also paid to preventive measures and the importance of timely diagnosis to prevent complications such as neurological disorders and spinal mobility disorders. The article is aimed at medical professionals, students of medical and physiotherapy faculties, as well as people who are faced with this disease.

Keywords: spondylolisthesis, spine, diagnosis, treatment, physical therapy.

Спондилолистез – патологическое состояние, при котором один позвонок смещается относительно нижележащего, чаще кпереди (антелистез), с нарушением стабильности позвоночного сегмента. Выделяют несколько этиологических форм заболевания – дегенеративную, истмическую, травматическую и другие варианты, различающиеся по механизму развития [1].

В рассматриваемом контексте речь идёт о дегенеративном спондилолистезе. Возрастные изменения межпозвонковых дисков и фасеточных суставов приводят к снижению их опорной и стабилизирующей функции [2].

Клинические проявления.

Основным симптомом спондилолистеза является болевой синдром в поясничной области, который усиливается при физической нагрузке и длительном пребывании в вертикальном положении. Боль обычно имеет механический характер, локализуется в области поясницы и может иррадиировать по ходу соответствующего нервного корешка, особенно при разгибании позвоночника.

Неврологические проявления часто включают корешковый синдром, который характеризуется болью, распространяющейся по дерматому, парестезиями, снижением чувствительности и рефлексов, а также мышечной слабостью в нижних конечностях. Эти симптомы связаны с компрессией нервных корешков, вызванной дегенеративными изменениями межпозвонковых дисков и фасеточных суставов [3].

Клиническая картина при спондилолистезе варьирует в зависимости от степени смещения позвонка: более выраженные симптомы наблюдаются при большем смещении, что приводит к усилению болевого синдрома, неврологических нарушений и прогрессированию стеноза.

Диагностика.

Диагностика спондилолистеза основывается на клиническом обследовании и данных инструментальных методов. Рентгенография позвоночника позволяет не только определить степень смещения позвонков, но и выявить возможные деформации, артроз или другие структурные изменения. Магнитно-резонансная томография (МРТ) используется для оценки состояния мягких тканей, межпозвоночных дисков и нервных структур, что позволяет точно выявить вовлеченность этих элементов в патологический процесс.

Консервативное лечение.

Консервативное лечение спондилолистеза включает медикаментозное лечение, лечебную физкультуру и физиотерапевтические процедуры [4]. Медикаментозная терапия направлена на облегчение болевого синдрома с помощью нестероидных противовоспалительных средств (НПВС), миорелаксантов и анальгезирующих препаратов. Физиотерапевтические методы, такие как магнитотерапия, лазерная терапия и УВЧ-терапия, способствуют снижению болевого синдрома и восстановлению функциональной активности позвоночника. Основной задачей консервативного лечения является стабилизация состояния пациента, предотвращение прогрессирования смещения позвонков и сохранение подвижности позвоночника.

Занятия лечебной физкультурой.

Лечебная физкультура включает укрепляющие упражнения для спины, растяжки и корректирующие движения, направленные на улучшение гибкости позвоночника. Цель занятий ЛФК при спондилолистезе – укрепление мышц кора и поясничного отдела, повышение гибкости и подвижности позвоночника, улучшение осанки и стабилизации позвоночного сегмента. Комплекс упражнений подбирается с учётом степени смещения позвонков и состояния пациента, что позволяет снизить нагрузку на поражённый сегмент и уменьшить риск прогрессирования смещения.

Рекомендуемые упражнения систематизированы по функциональным группам:

– Укрепление мышц кора и поясничного отдела – изотоническое удержание в планке, упражнение «супермен» лёжа на животе с одновременным подъёмом рук и ног. Эти упражнения повышают тонус стабилизирующих мышц, уменьшая нагрузку на позвоночные сегменты и улучшая сегментарную стабильность (по данным клинических рекомендаций;

– Растяжка мышц спины и задней поверхности бедра – мягкая изотоническая растяжка с контролируемой амплитудой, направленная на снижение мышечного напряжения и предотвращение спазмов, улучшает гибкость позвоночника и снижает компрессионную нагрузку на межпозвонковые диски;

– Проприоцептивные и координационные упражнения – медленные контролируемые наклоны, повороты и балансировочные упражнения, направленные на улучшение сенсомоторной координации и динамической стабилизации позвоночного сегмента. Регулярное выполнение комплексного ЛФК, согласно клиническим исследованиям, способствует уменьшению боли, улучшению осанки и подвижности, а также снижению риска прогрессирования смещения позвонков у пациентов с дегенеративным спондилолистезом. И потому задача по предоставлению возможности заниматься ЛФК ложится именно на учебное заведение и решается при наличии отдельного зала и квалифицированных преподавателей с сертификатом по ЛФК [6].

Литература

1. Кузнецов А.И. Дегенеративные заболевания позвоночника: клиника, диагностика, лечение. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 320 с.
2. Бенашвили А.Б. Современные подходы к диагностике и лечению спондилолистеза / А.Б. Бенашвили, В.В. Сандалов // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2022. – Т. 122. – № 4. – С. 45–52.

3. Гуща А.О. Хирургическое лечение дегенеративного спондилолистеза поясничного отдела позвоночника / А.О. Гуща, С.О. Арестов // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2021. – Т. 85. – № 3. – С. 58–66.
4. Руденко А.В. Физиотерапия и лечебная физкультура при заболеваниях позвоночника. – СПб. : Политехника, 2021. – 248 с.
5. Пархоменко Е.В. Клинические аспекты дегенеративной нестабильности позвоночника / Е.В. Пархоменко, Л.П. Чурилов // Российский медицинский журнал. – 2023. – № 2. – С. 34–39.
6. Питкин В.А. Оздоровительная физическая культура при остеохондрозе поясничного отдела позвоночника / В.А. Питкин, А.Р. Шульга // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 2. – С. 403–406.

References

1. Kuznetsov A.I. Degenerative Diseases of the Spine: Clinical Features, Diagnostics, Treatment. – M. : GEOTAR-Media, 2020. – 320 p.
2. Benashvili A.B. Modern Approaches to the Diagnosis and Treatment of Spondylolisthesis / A.B. Benashvili, V.V. Sandalov // Journal of Neurology and Psychiatry named after S.S. Korsakov. – 2022. – Vol. 122. – № 4. – P. 45–52.
3. Gushcha A.O. Surgical Treatment of Degenerative Lumbar Spondylolisthesis / A.O. Gushcha, S.O. Arestov // Burdenko Journal of Neurosurgery. – 2021. – Vol. 85. – № 3. – P. 58–66.
4. Rudenko A.V. Physiotherapy and Therapeutic Exercise in Spine Disorders. – SPb. : Polytechnic Publishing House, 2021. – 248 p.
5. Parkhomenko E.V. Clinical Aspects of Degenerative Spinal Instability / E.V. Parkhomenko, L.P. Churilov // Russian Medical Journal. – 2023. – № 2. – P. 34–39.
6. Pitkin V.A. Health-improving physical culture in case of lumbar spine osteochondrosis / V.A. Pitkin, A.R. Shulga // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 2. – P. 403–406.

УДК 796.011

БАДМИНТОН КАК СРЕДСТВО УКРЕПЛЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ И ПРОФИЛАКТИКИ НАРУШЕНИЙ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

♦♦♦♦♦

BADMINTON AS A MEANS OF STRENGTHENING HEALTH AND PREVENTING DISORDERS OF THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM IN PRIMARY SCHOOL CHILDREN

Питкин Виктор Александрович
старший преподаватель
кафедры физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
irvik25@mail.ru

Мишин Олег Андреевич
студент группы 25-КБ-ПР4,
факультет информационных технологий
и кибербезопасности,
Кубанский государственный технологический университет
Olegka0706@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается потенциал занятий бадминтоном как эффективного средства профилактики нарушений опорно-двигательного аппарата у детей младшего школьного возраста. Анализ современных международных исследований показывает, что целенаправленные тренировочные программы в бадминтоне способствуют снижению травматизма, укреплению мышечного корсета и улучшению координационных способностей у детей 7–12 лет. Особое внимание уделяется нейромышечной тренировке, подвижности суставов и возрастным особенностям юных спортсменов. На основе обобщения данных представлены методические рекомендации для организации оздоровительных занятий.

Ключевые слова: бадминтон, дети младшего школьного возраста, опорно-двигательный аппарат, профилактика нарушений осанки, нейромышечная тренировка, подвижность суставов, физическое развитие.

Pitkin Victor Alexandrovich
Senior Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
irvik25@mail.ru

Mishin Oleg Andreevich
Student of the 25-KB-PR4 group,
Faculty of Information Technology
and Cybersecurity,
Kuban State Technological University
Olegka0706@yandex.ru

Annotation. This article examines the potential of badminton as an effective means of preventing musculoskeletal disorders in primary school-aged children. An analysis of modern international research shows that targeted badminton training programs help reduce injuries, strengthen core muscles, and improve coordination in children aged 7–12. Particular attention is paid to neuromuscular training, joint mobility, and age-related characteristics of young athletes. Based on this data, methodological recommendations for organizing health-improving activities are presented.

Keywords: badminton, primary school children, musculoskeletal system, prevention of postural disorders, neuromuscular training, joint mobility, physical development.

Современные тенденции ухудшения здоровья детского возраста актуализируют поиск эффективных и доступных средств физического воспитания. Особую тревогу вызывает рост функциональных нарушений опорно-двигательного аппарата (ОДА) у детей младшего школьного возраста, что связано с длительными статическими нагрузками в школе и снижением общей двигательной активности. В этой связи бадминтон рассматривается как вид спорта, способный благодаря своим биомеханическим характеристикам оказывать комплексное оздоровительное воздействие.

Одним из ключевых аспектов оздоровительного влияния бадминтона является возможность целенаправленной профилактики повреждений опорно-двигательного аппарата. В рандомизированном контролируемом исследовании М. Фомсуфы с коллегами (2025), охватившем 273 юных бадминтониста (средний возраст 13,8 лет), была оценена эффективность специализированной разминочной программы, направленной на предотвращение травм мышц и суставов. Результаты показали, что внедрение такой программы снижает риск травматизма ОДА в группе вмешательства на 70 % по сравнению с контрольной группой [1]. Данный вывод принципиально важен для педаго-

гической практики, поскольку демонстрирует, что грамотно организованный тренировочный процесс в бадминтоне сам по себе выступает мощным фактором профилактики, укрепляя мышечно-связочный аппарат детей.

Эффективность бадминтона как средства укрепления здоровья напрямую связана с учетом возрастных физиологических особенностей. Исследование О. Турны и Р. Ири (2025) было посвящено влиянию 8-недельной программы интегративной нейромышечной тренировки на физические кондиции детей 9-11 лет, занимающихся бадминтоном. Авторы зафиксировали статистически значимые улучшения показателей, напрямую связанных с состоянием, ОДА: высота вертикального прыжка (увеличение на 15–20 %, большой эффект), время спринта на 10 метров (снижение на 8–10 %, большой эффект) и результаты тестов на ловкость [2]. Эти данные свидетельствуют о том, что под влиянием занятий бадминтоном происходит укрепление мышечного корсета (мышц ног, спины, кора), что является основой для формирования правильной осанки и профилактики ее нарушений. Нейромышечная адаптация, лежащая в основе этих улучшений, также способствует развитию координации и проприоцептивной чувствительности, снижая риск падений и не физиологичных движений.

Для понимания специфики влияния бадминтона на ОДА детей важны данные о функциональном состоянии суставов. В работе Чжоу Синя с соавторами (2024) сравнивались показатели функции плечевого сустава у бадминтонистов разного возраста, включая группу детей 7–12 лет. Было установлено, что у детей отмечается большая амплитуда внутренней ротации и общий объем движений в плечевом суставе по сравнению со взрослыми спортсменами [3]. Это указывает на высокую пластичность суставно-связочного аппарата в младшем школьном возрасте. С одной стороны, это создает предпосылки для эффективного освоения техники, с другой – требует особого контроля за мышечным балансом, чтобы гипермобильность не приводила к перегрузкам. Асимметричный характер нагрузок в бадминтоне при методически верном построении занятий может стимулировать гармоничное развитие мышц правой и левой половин тела, формируя мощный естественный «корсет» для позвоночника. Физические нагрузки в наибольшей степени требуют проявления силы воли [4].

На основе проанализированных исследований можно сформулировать следующие рекомендации для организации занятий бадминтоном с оздоровительной направленностью: Профилактическая разминка: в каждое занятие включать упражнения для активации мышц-стабилизаторов и подготовки суставов к нагрузке. Нейромышечная тренировка: для детей 7–12 лет обязательны упражнения на равновесие, координацию и прыжковую устойчивость – это доказанно укрепляет опорно-двигательный аппарат. Контроль асимметрии: следить за симметричным развитием мышц спины и амплитудой движений в суставах, особенно в плечевом поясе. Добавлять упражнения с ракеткой в не доминантной руке для выравнивания нагрузки. Благодаря постоянной работе над своими физическими возможностями, игроки могут достичь высокого уровня мастерства и успешно выступать на соревнованиях [5]. Основу оптимального двигательного режима составляют регулярные занятия физическими упражнениями и спортом. Сила, быстрота, ловкость, гибкость и выносливость являются главными свойствами, характеризующими физическое развитие человека и улучшение, которых, способствует укрепления здоровья [6].

Современные научные данные подтверждают, что бадминтон является высокоэффективным средством профилактики нарушений опорно-двигательного аппарата и укрепления здоровья детей младшего школьного возраста. Доказано, что правильно организованные тренировки снижают риск травматизма, улучшают нейромышечный контроль и способствуют гармоничному развитию мышечного корсета. Учет возрастных особенностей подвижности суставов и внедрение специализированных профилактических программ в тренировочный процесс позволяют максимально реализовать оздоровительный потенциал этого вида спорта.

Литература

1. Phomsoupha M. A prospective randomised controlled trial investigating the impact of a musculoskeletal injury prevention warm-up program for youth badminton: a preliminary study / M. Phomsoupha, A. Tran, H. Guermont // Journal of Sports Sciences. – 2025. – № 43. – С. 440–447.

2. Turna O. A randomized controlled study on the effect of 8-week integrative neuromuscular training on physical performance and technical proficiency in prepubertal badminton players. Acta Gymnica / O. Turna, R. Iri. – 2025.
3. Differences in shoulder function among badminton players broken down by age and sex / X. Zhou [et al.] // Journal of Bodywork and Movement Therapies. – 2024. – № 40. – P. 942–947.
4. Питкин В.А. Личностно-профессиональные качества студентов в контексте физического воспитания / В.А. Питкин, Н.И. Корниенко // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 1. – С. 293–294.
5. Питкин В.А. Развитие двигательных качеств в игре волейбол / В.А. Питкин, В.А. Гудков // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 4. – С. 348–349.
6. 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.

References

1. Phomsoupha M. A prospective randomised controlled trial investigating the impact of a musculoskeletal injury prevention warm-up program for youth badminton: a preliminary study / M. Phomsoupha, A. Tran, H. Guermont // Journal of Sports Sciences. – 2025. – № 43. – С. 440–447.
2. Turna O. A randomized controlled study on the effect of 8-week integrative neuromuscular training on physical performance and technical proficiency in prepubertal badminton players. Acta Gymnica / O. Turna, R. Iri. – 2025.
3. Differences in shoulder function among badminton players broken down by age and sex / X. Zhou [et al.] // Journal of Bodywork and Movement Therapies. – 2024. – № 40. – P. 942–947.
4. Pitkin V.A. Personal and professional qualities of students in the context of physical education / V.A. Pitkin, N.I. Kornienko // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 1. – P. 293–294.
5. Pitkin V.A. Development of motor qualities in the game of volleyball / V.A. Pitkin, V.A. Gudkov // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 4. – P. 348–349.
6. 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.

УДК 796.011

ОТ КАКИХ ФАКТОРОВ ЗАВИСИТ МОТИВАЦИЯ НА ЗАНЯТИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ У МОЛОДЕЖИ

♦♦♦♦♦

WHAT FACTORS INFLUENCE YOUTH MOTIVATION TO ENGAGE IN PHYSICAL EDUCATION

Питкин Виктор Александрович
старший преподаватель
кафедры физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
irvik25@mail.ru

Еременко Вера Николаевна
старший преподаватель
кафедры физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
vera_er_ko@mail.ru

Южилкин Михаил Александрович
студент группы 25-ЭБ-СЦ1,
факультет экономики, управления и бизнеса,
Кубанский государственный технологический университет
uzilkinm@gmail.com

Аннотация. В данной статье проводится изучение ключевых факторов, влияющих на мотивацию молодежи к занятию физической культуры. Также подчеркивается важность развития спортивных ценностей у людей при помощи молодежной политики государства и экономического спонсирования, потому что от здоровья населения страны зависит ее будущее.

Ключевые слова: мотивация, мировоззрение, гедонический мотив, ценности, социальная среда.

Pitkin Victor Alexandrovich
Senior Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
irvik25@mail.ru

Eremenko Vera Nikolaevna
Senior Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
vera_er_ko@mail.ru

Yuzhilkin Mikhail Alexandrovich
Student of group 25-EB-SC1,
Faculty of Economics,
Management and Business,
Kuban State Technological University
uzilkinm@gmail.com

Annotation. This article examines the key factors influencing the motivation of young people to engage in physical education. The importance of developing sports values among people through government youth policy and economic sponsorship is also emphasized, because the future of the country depends on the health of the population.

Keywords: motivation, worldview, hedonic motive, values, social environment.

Проблема поддержания здорового образа жизни у молодежи остается, остается одной из главнейших задач государства. Мировоззрение, физическое здоровье и умственные способности граждан – это важнейшие факторы, от которых зависит будущее нашей страны. Мотивация – это стимул к действию, благодаря которому человек осуществляет задуманное [1].

Правительству необходимо строить такую молодежную политику, что у населения будет расти мотивация для поддержания здорового образа жизни. Одним из способов поддержания здоровья человека является спорт (это игровая соревновательная деятельность людей, подготовка к ней, а также специфические отношения, нормы и достижения, связанные с этой деятельностью) [2]. Государству необходимо объяснить молодежи, что физическая культура – это не всегда профессиональная деятельность. Даже обычная утренняя ходьба или легкая пробежка помогают человеку окрепнуть и быть в тонусе.

Как известно, основным фактором эффективной организации занятий любой деятельностью является наличие соответствующих мотивов. Именно мотивация является силой, побуждающей человека к активному действию [3]. Она играет важнейшую роль на начальном этапе занятия физической культурой, после необходимо себя дисциплинировать. Правительство должно проводить молодежную политику, которая будет основываться на мотивации людей заниматься спортом. Необходимо продвигать физическую культуру среди молодёжи. Для этого государству следует выяснить, что

может повысить мотивацию к занятию спортом. Если же она уже есть у человека, то нужно дать возможность её реализовать [4].

Для того чтобы развить мотивацию занятия спортом у студентов, необходимо понять, как внутренние человеческие факторы и внешние воздействуют на нее.

Внутренние – личностные факторы. Человек самостоятельно поднимает свою мотивацию занятия спортом. К внутренним факторам можно отнести:

1. Гедонический и оздоровительный мотив. Удовольствие – главная задача человека. Для него спорт – это просто оздоровительная игра необходимая для поддержания своего тела. Физическая активность напрямую связана с повышением психологического благополучия и снижением стресса [5].

2. Ценностные ориентиры. Понимание важности поддержания здоровья. Развитие ценностей и мировоззрения у молодого поколения, что здоровый организмы – залог благополучной жизни, особенно для мало подвижных профессий. Если не заниматься спортом, даже минимально, то у человека может развиться множество заболеваний, связанных с опорно-двигательной и сердечно-сосудистой системами, со снижением метаболизма. Таким образом, важно понимание ценности здорового образа жизни, а также восприятие физической культуры как способа подготовки к будущей профессиональной деятельности [5].

3. Удовлетворение психологических потребностей человека. Понимание принадлежности к обществу, Связь и единство с такими же людьми, которые посвящают свою жизнь спорту. Появление ощущения успеха при увеличении своих физических показателей.

Внешние факторы. Примеры внешних факторов мотивации:

1. Материальная база. Наличие современного инвентаря и возможность выбора вида активности [6]. Зависит от экономических возможностей человека. Есть множество занятий для увеличения своей силы и выносливости используя собственное тело, но также можно купить абонемент в спорт зал либо самому приобрести спортивный инвентарь. Этот фактор сильно не ограничивает человека, все зависит от его поставленных целей и качества выполнения работы, что, в свою очередь, приведет к поднятию мотивации.

Преподавание и организация учебного процесса. От плана физического занятия зависит многое, особенно поддержание физической формы и не выгорание от занятий. Если человека непрофессионал в спортивной деятельности, лучше всего ему обратиться к аккредитованному тренеру. Он может составить индивидуально-дифференцированный подход: учет уровня подготовки и интересов студентов, для его развития и поднятия мотивации [7]. Учебные заведения должны не только развивать у молодежи физические способности, но и формировать навыки самостоятельных физических занятий, сознательного укрепления своего тела физическими упражнениями [8].

2. Социальная среда. От окружения человека зависит его будущее. Если рядом находятся люди, которые тоже любят спорт и постоянно им занимаются, с огромной вероятностью, что у него тоже появится мотивация к нему. Влияние референтной группы (друзья, одногруппники) и поддержка со стороны преподавателя могут сильно повлиять на студента, привить ему чувство любви к спорту и мотивацию поддержания здорового образа жизни [7].

Таким образом, необходимо развивать в людях, особенно у молодежи, любовь к спорту. На мотивацию к занятию физической культурой влияют внутренние и внешние факторы. Они помогают людям поддерживать здоровый образ жизни. А крепкое и здоровое население – залог светлого будущего для страны, необходимо принять во внимание индивидуальную физическую подготовленность и индивидуальное физическое развитие студента, следует выслушать предпочтения студента в выборе физкультурной деятельности, которой он бы хотел заниматься в определенный период времени [9]. Поэтому правительству очень важно обратить внимание особенно на внешние факторы мотивации, так оно может повлиять на них и сделать занятие спортом более доступным и эффективным.

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. Смелкова Е.В. Физическая культура в вузе для девушек. Оздоровительная гимнастика. Учебное пособие для вузов / Е.В. Смелкова, Г.Г. Шаламова. – СПб., 2024.
3. Панина О.В. Мотивация студентов к учебным занятиям в вузе / О.В. Панина, Л.В. Фролова. – 2023. – № 2. – С. 3–8.
4. Кузнецова Л.В. Мотивация молодёжи г. Иркутска к спортивной деятельности в различные годы / Л.В. Кузнецова, А.С. Петрова // Молодежный вестник ИрГТУ. – 2021. – № 2. – С. 185–190.
5. Рогалева Л.Н. Взаимосвязь психологического благополучия и мотивации к физкультурно-спортивной деятельности у студентов России и Казахстана // Теория и практика физической культуры. – 2025.
6. Формирование мотивации студентов к занятию физической культуры. Инфоурок. – 2025.
7. Психолого-педагогические аспекты мотивации студентов к занятиям физической культуры. Zenodo. – 2025.
8. Повышение мотивации к занятиям физической культурой среди студентов / В.Н. Еременко [и др.] // Современное педагогическое образование. – 2018. – № 3. – С. 59–62.
9. 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. Bogoslavskaya Yu.A. Formation of motivation for physical education / Yu.A. Bogoslavskaya, V.A. Pitkin // Science. Technic. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 2. – P. 307–309.
2. Smelkova E.V. Physical education in higher education institutions for girls. Health-improving gymnastics. Textbook for universities / E.V. Smelkova, G.G. Shalamova. – SPb., 2024.
3. Panina O.V. Motivation of students to study at the university / O.V. Panina, L.V. Frolova. – 2023. – № 2. – P. 3–8
4. Kuznetsova L.V. Motivation of Irkutsk youth to sports activities in various years / L.V. Kuznetsova, A.S. Petrova // Youth Bulletin of IrSTU. – 2021. – № 2. – P. 185–190.
5. Rogaleva L.N. The relationship between psychological well-being and motivation for physical culture and sports activities among students in Russia and Kazakhstan // Theory and practice of physical culture. – 2025.
6. Formation of students' motivation to engage in physical education. Infowork. – 2025.
7. Psychological and pedagogical aspects of students' motivation for physical education classes. Zenodo. – 2025.
8. Increasing motivation for physical education among students / V.N. Eremenko [et al.] Modern pedagogical education. – 2018. – № 3. – P. 59–62.
9. Pitkin V.A. Increasing motivation to engage in physical education / V.A. Pitkin, D.D. Ivanova, L.A. Kholodnaya // Problems of modern education. – 2019. – № 5. – P. 171–177.

УДК 796.332

ФУТБОЛ: ТАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ФУТБОЛИСТОВ В СОВРЕМЕННОМ ИГРОВОМ ПРОЦЕССЕ

♦♦♦♦♦

FOOTBALL: TACTICAL PREPARATION OF FOOTBALL PLAYERS IN THE MODERN GAME PROCESS

Садыков Гусейин Садыкович
студент группы 25-НБ-ТТ2,
факультет нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
guseynsadykov@gmail.com

Питкин Виктор Александрович
старший преподаватель
кафедры физического воспитания и спорта,
Кубанский государственный технологический университет
irvik25@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются особенности тактической подготовки футболистов в условиях современного игрового процесса. Анализируются основные принципы тактического обучения, формы организации командных и групповых взаимодействий, а также влияние тактической подготовки на эффективность соревновательной деятельности. Раскрывается значение системного подхода к формированию тактического мышления, адаптации игровых схем и принятия решений в динамичных условиях матча. Материал ориентирован на студентов физкультурно-спортивных направлений и специалистов в области футбольной подготовки.

Ключевые слова: футбол, тактическая подготовка, игровой процесс, командное взаимодействие, стратегия, обучение.

Sadykov Guseyin Sadykovich
Student of group 25-NB-TT2,
Faculty of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
guseynsadykov@gmail.com

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 features of tactical preparation of football players in the modern game process. The main principles of tactical training, team and group interactions, and their influence on competitive performance are analyzed. Special attention is paid to the development of tactical thinking, game schemes, and decision-making under dynamic match conditions. The material is intended for students and specialists in football training.

Keywords: football, tactical preparation, game process, team interaction, strategy, training.

Футбол является одним из наиболее распространённых и динамичных игровых видов спорта, требующих от спортсменов высокого уровня тактического мышления и способности быстро принимать решения в условиях ограниченного времени и пространства [1].

Современный футбол характеризуется высокой интенсивностью игры, частыми изменениями игровых ситуаций и необходимостью постоянного взаимодействия между игроками команды [2].

Тактическая подготовка занимает центральное место в системе подготовки футболистов, поскольку именно она определяет эффективность реализации технических и физических возможностей спортсменов в игре [3].

Под тактической подготовкой понимается процесс обучения игроков индивидуальным, групповым и командным действиям в различных фазах игры – атаке, обороне и переходных состояниях [4].

Одной из ключевых задач тактической подготовки является формирование у футболистов способности анализировать игровую ситуацию и выбирать оптимальное решение в зависимости от действий соперника и партнёров по команде [5].

Эффективная тактическая подготовка способствует улучшению командного взаимодействия, повышению организованности игры и снижению количества тактических ошибок [2].

Достичь слаженности этого коллектива помогают игровые виды спорта, которые развивают такие важные качества, как взаимовыручка и взаимопомощь, положительно сказываются на большинстве функциональных резервов организма [6, 7].

Благодаря постоянной работе над своими физическими возможностями, игроки могут достичь высокого уровня мастерства и успешно выступать на соревнованиях [8].

Современные методики тактического обучения основываются на использовании игровых упражнений, моделирующих реальные соревновательные ситуации [9].

Применение малых игр, позиционных упражнений и ситуационных заданий позволяет развивать тактическое мышление в условиях, максимально приближённых к реальному матчу [10].

Основу оптимального двигательного режима составляют регулярные занятия физическими упражнениями и спортом. Сила, быстрота, ловкость, гибкость и выносливость являются главными свойствами, характеризующими физическое развитие человека и улучшение, которых, способствует укрепления здоровья [11]. Более значимыми чертами физического развития человека считаются сила, скорость, ловкость, гибкость и выносливость [12].

Особое значение в современном футболе имеет тактическая гибкость, выражающаяся в умении команды перестраиваться в зависимости от хода игры и стратегии соперника [3].

Футболисты должны быть подготовлены к изменению игровых схем, прессинга и организации оборонительных действий в течение одного матча [5].

Недостаточный уровень тактической подготовки может привести к нарушению командных связей, снижению эффективности атакующих действий и увеличению количества ошибок в обороне [4].

Поэтому системный и научно обоснованный подход к тактической подготовке является необходимым условием достижения высоких спортивных результатов [9].

В целом, развитие тактической подготовки футболистов в современной игре становится неотъемлемой частью профессионального тренерского процесса. Постоянное совершенствование тактического мышления, анализ игровых ситуаций и использование современных технологий позволяют повысить уровень подготовленности игроков, что, в свою очередь, способствует достижению командных целей и повышению общего уровня футбола. В условиях высококонкурентного спортивного пространства важно не только мастерство и физическая подготовка, но и глубокое понимание тактических задач, которое формируется в ходе комплексной тренировки. Таким образом, интеграция тактической подготовки в тренировочный процесс является стратегическим направлением развития современного футбола, определяющим успехи команд на международной арене и позволяющим максимально раскрыть потенциал каждого футболиста.

Литература

1. FIFA. Программа развития игроков.
2. UEFA. Руководство для тренеров и тактические тенденции в футболе.
3. Бомпа Т. Периодизация: теория и методика тренировки. Human Kinetics / Т. Бомпа, Г. Хафф. – 2009.
4. Платонов В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте.
5. Williams A.M. Expertise and tactical decision-making in football / A.M. Williams, P.R. Ford.
6. Питкин В.А. Средства физической культуры в повышении функциональных резервов организма / В.А. Питкин, И.Г. Артемова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2022. – № 4. – С. 452–453.
7. 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.
8. Питкин В.А. Развитие двигательных качеств в игре волейбол / В.А. Питкин, В.А. Гудков // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 4. – С. 348–349.
9. Reilly T. Science and sport. Routledge / T. Reilly, A. Williams.
10. FIFA Тренировочный центр. Игры в ограниченном формате на футбольных тренировках.

11. 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.
12. Питкин В.А. Формирование здорового образа жизни у студентов / В.А. Питкин, А.С. Чехова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2022. – № 1. – С. 262–264.

References

1. FIFA. The player development program.
2. UEFA. A guide for coaches and tactical trends in football.
3. Bompa T. Periodization: theory and methodology of training. Human Kinetics / T. Bompa, G. Huff. – 2009.
4. Platonov V.N. The system of training athletes in Olympic sports.
5. Williams A.M. Expertise and tactical decision-making in football / A.M. Williams, P.R. Ford.
6. Pitkin V.A. Means of physical culture in increasing the functional reserves of the body / V.A. Pitkin, I.G. Artemova // Science. Technic. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2022. – № 4. – P. 452–453.
7. Cheremnykh N.A. The influence of physical culture on the effectiveness of students' learning activities / N.A. Cheremnykh, V.A. Pitkin // Science. Technic. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 2. – P. 430–432.
8. Pitkin V.A. Development of motor qualities in the game of volleyball / V.A. Pitkin, V.A. Gudkov // Science. Technic. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 4. – P. 348–349.
9. Reilly T. Science and sport. Routledge / T. Reilly, A. Williams.
10. FIFA Training Center. Games in a limited format at football training sessions.
11. Eremenko V.N. The role of physical culture in human life / V.N. Eremenko, A.S. Medvedeva, A.A. Levchenko // The azimuth of scientific research: pedagogy and psychology. – 2019. – Vol. 8. – № 3(28). – P. 353–355.
12. Pitkin V.A. Formation of a healthy lifestyle among students / V.A. Pitkin, A.S. Chekhova // Science. Technic. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2022. – № 1. – P. 262–264.

УДК 796

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА В СИСТЕМЕ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

♦♦♦♦♦

PHYSICAL EDUCATION IN THE SYSTEM OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Телин Даниил Алексеевич
студент группы 25-НБ-ТТ2,
факультет нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
danii.telin@mail.ru

Коновалова Мария Алексеевна
преподователь
кафедры физического воспитания и спорта,
Кубанский государственной технологический университет
i.maria.konovalova@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается физическая культура в вузе как компонент образовательной среды, обеспечивающий укрепление здоровья, повышение работоспособности и формирование навыков саморегуляции у студентов. Представлены организационно-методические модели проведения занятий и механизмы вовлечения обучающихся. Отдельное внимание уделено цифровым технологиям в физическом воспитании: мониторингу физической активности, оценке интенсивности нагрузки, а также образовательным практикам, связанным с учётом энергозатрат и питания (в том числе с использованием мобильных приложений). Рассмотрен русскоязычный обзор зарубежного опыта, включая Республику Корея, и предложены направления развития физической культуры в КубГТУ с опорой на действующие методические рекомендации и результаты отечественных исследований.

Ключевые слова: физическая культура студентов, высшее образование, цифровые технологии, мониторинг физической активности, энергозатраты, питание, студенческий спорт.

Telin Daniil Alekseevich
Student of group 25-NB-TT2,
Faculty of Oil Gas and Energy,
Kuban State Technological University
danii.telin@mail.ru

Konovalova Maria Alekseevna
Lecturer of the Department
of Physical Education and Sports,
Kuban State Technological University
i.maria.konovalova@gmail.com

Annotation. The paper considers physical culture as an obligatory and methodologically significant component of the higher education system, providing prevention of physical inactivity, health promotion and improvement of students' academic performance. The organizational and methodological models of classes, mechanisms of motivation of students and approaches to individualization of workload are analyzed. A special emphasis is placed on modern technologies: digital monitoring of physical activity, assessment of intensity and recovery, as well as educational practices for energy and nutrition accounting (calorie counting, nutrition diaries, recommendations). Based on domestic publications, examples of digital solutions are given, as well as the practices of universities of the Republic of Korea described in the Russian literature. The directions of the development of physical culture in KubSTU based on normative documents and methodological recommendations are proposed.

Keywords: physical education, higher education, students, digital technologies, fitness trackers, energy consumption, nutrition, student sports.

Введение

В реалиях современного высшего образования физическая культура выступает не просто как учебная дисциплина, а как инструмент системного противодействия последствиям гиподинамии, хронического эмоционального перенапряжения и истощения функциональных резервов организма. Студенческая среда отличается значительными объёмами малоподвижной учебной деятельности, нестабильным распорядком дня и высокой вариативностью исходного уровня физической подготовленности. В связи с этим задачи физического воспитания логично расширяются за пределы «выполнения нормативов» и начинают включать формирование устойчивых практик, направленных на сохранение здоровья.

Организационные основы сферы физической культуры и спорта в Российской Федерации закреплены федеральным законодательством, которое устанавливает принципы и механизмы развития отрасли, включая образовательную среду [1]. Для

высших учебных заведений значимы также межведомственные методические документы, регламентирующие требования к деятельности кафедр физического воспитания и научно-методическому сопровождению студенческого спорта [2].

Актуальность рассматриваемой темы дополнительно возрастает из-за того, что современная парадигма подготовки специалистов предполагает поддержание высокой работоспособности и стрессоустойчивости. Данные качества напрямую связаны с физическим состоянием, качеством восстановительных процессов и степенью сформированности навыков саморегуляции. Российские научные публикации акцентируют: повышение результативности физического воспитания достигается через внедрение мониторинговых технологий, индивидуализацию нагрузок и мотивационную поддержку учащихся [3, 4, 5, 6].

Цель настоящей работы – дать характеристику физической культуре как элементу системы высшего образования, описать актуальные технологические решения (в том числе касающиеся учёта энергозатрат и рациона питания), а также наметить перспективы её развития в Кубанском государственном технологическом университете (КубГТУ).

Основная часть

Функции физической культуры в вузе: здоровье, работоспособность, социализация

В условиях высшего учебного заведения физическая культура представляет собой специально организованный педагогический процесс, который направлен на развитие физических качеств, формирование двигательных навыков и воспитание осознанного отношения к здоровью. В прикладном плане она реализует три тесно взаимосвязанные функции.

Оздоровительная функция ориентирована на поддержание работы сердечно-сосудистой и дыхательной систем, предотвращение нарушений опорно-двигательного аппарата, снижение утомляемости и повышение устойчивости к нагрузкам. Согласно российским исследованиям, посвящённым мониторингу двигательной активности студентов, регулярный контроль соответствующих параметров даёт возможность более точно регулировать нагрузку и улучшать качество физического воспитания [3, 4].

Образовательная функция предполагает усвоение знаний о принципах дозирования нагрузки, методах восстановления, способах самоконтроля интенсивности, а также понимание взаимосвязи «двигательная активность – энерготраты – восстановление». Современные методические рекомендации для вузов подчёркивают необходимость научно-методического обеспечения работы кафедр физического воспитания, в том числе путём обновления образовательных технологий [2].

Социальная функция реализуется через участие в командных видах деятельности, студенческих спортивных мероприятиях и развитие коммуникативных навыков. На государственном уровне развитие студенческого спорта рассматривается как значимый ресурс воспитательной работы и формирования активной гражданской позиции [7].

Организационно-методические модели построения занятий

Эффективность вузовской физической культуры определяется не только содержанием упражнений, но и логикой выстраивания учебного процесса. Наиболее распространёнными и методически обоснованными признаются следующие модели:

Модульно-рейтинговая организация. Разбивка семестра на отдельные модули (выносливость, сила, координация, гибкость, игровые виды) позволяет установить чёткие критерии оценки результатов и поддерживать мотивацию за счёт достижения промежуточных целей.

Дифференциация по уровню подготовленности и медицинским группам. Индивидуализация нагрузки снижает риск перенапряжения и повышает безопасность. На практике это реализуется через контроль интенсивности (например, по частоте сердечных сокращений) и адаптированные программы для специальных медицинских групп.

Элективные направления. Вариативность выбора повышает внутреннюю мотивацию: студент может остановиться на том формате, который соответствует его инте-

ресам и возможностям (спортивные игры, функциональный тренинг, общая физическая подготовка, оздоровительные практики). Такая организация согласуется с подходами, описанными в методических документах по студенческому спорту и работе кафедр [2, 7].

Мотивация студентов и педагогическое сопровождение

Снижение вовлечённости студентов в обязательные занятия физической культурой нередко связано с высокой учебной нагрузкой, недостаточной индивидуализацией и отсутствием «наглядной» динамики результатов. Отечественные исследования показывают, что цифровые устройства и информационные технологии (фитнес-трекеры, мобильные приложения, электронные журналы мониторинга) способны повышать дисциплину, интерес и регулярность самостоятельной активности – при условии грамотной методической интеграции [5, 6].

Педагогически целесообразным является поэтапный подход:

1) адаптационный этап – безопасное вхождение в режим, постановка достижимых целей;

2) закрепляющий этап – отслеживание прогресса, предоставление обратной связи;

3) этап автономии – самостоятельное планирование части активности, перенос приобретённых навыков за пределы учебных занятий.

Современные технологии: учёт энергозатрат, питания и цифровой мониторинг

Цифровые платформы и носимые устройства в физическом воспитании

Цифровизация физического воспитания в вузе находит выражение в применении электронных платформ и носимых устройств, которые фиксируют параметры активности (шаги, продолжительность нагрузки, пульс). В российской научной литературе описаны подходы к внедрению цифровых платформ мониторинга физической активности студентов и отмечена их роль в повышении управляемости учебного процесса [4].

Исследования, посвящённые использованию цифровых устройств в физическом воспитании студентов, фиксируют рост мотивации и дисциплины при применении фитнес-браслетов и трекеров в качестве инструментов самоконтроля и педагогической диагностики [5, 6].

Важно подчеркнуть методический принцип: трекер не «заменяет» преподавателя и не является абсолютно точным измерителем энергозатрат, однако он обеспечивает оперативную обратную связь и повышает осознанность в вопросах нагрузки, восстановления и режима.

Учёт калорий и питания: образовательный смысл и вузовские практики

Включение темы питания в курс физической культуры методически оправдано в первую очередь как образовательный модуль, а не как «жёсткий контроль рациона». Научная корректность здесь обеспечивается опорой на действующие методические нормы РФ по физиологическим потребностям в энергии и пищевых веществах (МР 2.3.1.0253-21), где зафиксированы подходы к оценке потребностей и энергетической ценности нутриентов [8].

В вузовской практике эта тема может быть реализована через:

1) разбор принципов энергетического баланса (соотношение поступающей и расходуемой энергии);

2) демонстрацию дневников питания в приложениях (на добровольной основе);

3) связь питания с восстановлением после нагрузки (сон, режим, распределение приёмов пищи).

Для закрепления прикладного аспекта целесообразно обращаться к публикациям отечественных научных журналов по гигиене питания и режиму, где анализируется распределение энергетической ценности рациона и типичные нарушения пищевого поведения [9].

Зарубежный пример (Республика Корея) в русскоязычной литературе

В контексте современных технологий в ряде университетов (в том числе в азиатских странах) получили распространение форматы, при которых студенты используют приложения для отслеживания активности, энергозатрат и питания: подсчёт калорий применяется как элемент образовательной модели самоконтроля и управления режимом. В рамках данной работы этот пример служит ориентиром возможной траек-

тории развития (при обязательном соблюдении добровольности и этических принципов).

Перспективы развития в КубГТУ

Для КубГТУ перспективным представляется развитие физической культуры как интегрированной системы, сочетающей вариативность, безопасность, цифровое сопровождение и культуру здоровья.

Персонализированные траектории:

1) входная диагностика (простые тесты на выносливость, силовую выносливость, мобильность);

2) распределение по уровню подготовленности;

3) выбор элективных модулей, соответствующих интересам студентов.

Цифровой контур дисциплины:

– электронное сопровождение через LMS (материалы по технике безопасности, методике, дневник активности, мини-контроль теории);

– пилотное использование трекеров и приложений (по желанию) как инструмента самоконтроля и педагогической обратной связи.

Практическую обоснованность внедрения цифровых устройств подтверждают отечественные исследования по фитнес-трекерам и цифровому мониторингу в вузовском физическом воспитании [4, 5, 6].

Модуль «Энергетический баланс и питание»:

В рамках КубГТУ целесообразно внедрить краткий образовательный модуль, основанный на российских методических рекомендациях по нормам потребления энергии и нутриентов [8] и подкреплённый научными данными отечественных исследований о режиме питания [9]. Ключевой принцип – добровольность ведения дневника питания и ориентация на здоровье и саморегуляцию, а не на «контроль массы тела».

Нормативная и методическая опора:

Развитие дисциплины и студенческого спорта должно опираться на действующие методические документы для вузов и рекомендации по студенческому спорту [2, 7].

Заключение

Физическая культура в системе высшего образования выступает необходимым компонентом образовательной среды, обеспечивающим профилактику последствий гиподинамии, повышение работоспособности и формирование у студентов устойчивых навыков саморегуляции. Эффективность данной дисциплины возрастает при переходе к вариативным моделям, индивидуализации нагрузки и внедрении мониторинговых технологий. Российские исследования подтверждают, что цифровые устройства и платформы могут служить действенными инструментами мотивации и педагогической диагностики при условии корректной методической интеграции [4, 5, 6].

Перспективы развития в КубГТУ связаны с созданием цифрового контура дисциплины, персонализированными траекториями и внедрением образовательного модуля по энергетическому балансу и питанию на основе российских методических норм [8, 9] при соблюдении этических принципов и добровольности участия.

Литература

1. Федеральный закон от 04.12.2007 № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации». – URL : https://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102118584
2. Методические рекомендации для образовательных организаций высшего образования по организации деятельности кафедр физического воспитания… (06.12.2023). – URL : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_464656
3. Методические рекомендации по развитию студенческого спорта в Российской Федерации (утв. Минобрнауки РФ 29.06.2016, Минспорт РФ 28.06.2016). – URL : https://storage.minsport.gov.ru/cms-uploads/cms/Itog_metod_rekomendaczii_obshhie_127aaa7a02.pdf
4. МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах…» (Роспотребнадзор) – официальный файл. – URL : https://www.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/789/1.-mr-2.3.1.0253_21-normy-pishchevykh-veshchestv.pdf
5. «Вопросы питания»: Анализ режима питания и распределения энергетической ценности рациона (научная статья). – URL : https://www.voprosy-pitaniya.ru/ru/jarticles_diet/975.html

6. Григан С.А. Влияние применения информационных технологий на физическую активность студентов технического вуза (фитнес-трекер). – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-primeneniya-informatsionnyh-tehnologiy-na-fizicheskuyu-aktivnost-studentov-tehnicheskogo-vuza
7. Круглова Ю.В. Применение цифровых устройств в физическом воспитании студентов. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-tsifrovyh-ustroystv-v-fizicheskom-vospitanii-studentov
8. Ковалёв В.М. Влияние цифровых технологий на физическую активность студентов вузов. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tsifrovyh-tehnologiy-na-fizicheskuyu-aktivnost-studentov-vuzov
9. Харламов В.И. Национальные особенности преподавания физической культуры в Республике Корея (русскоязычная научная статья). – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/natsionalnye-osobennosti-prepodavaniya-fizicheskoy-kultury-v-respublike-koreya
10. Вершинина О.Ю. Физическое воспитание в Южной Корее (eLIBRARY). – URL : https://elibrary.ru/item.asp?id=38354078

References

1. Federal Law № 329-FZ dated 04.12.2007 «On Physical Culture and Sport in the Russian Federation» (official text). – URL : https://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102118584
2. Methodological recommendations for educational institutions of higher education on the organization of the activities of physical education departments ... (12/06/2023). – URL : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_464656
3. Methodological recommendations on the development of student sports in the Russian Federation (approved by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation on 29.06.2016, Ministry of Sports of the Russian Federation on 28.06.2016). – URL : https:// storage.minsport.gov.ru/cms-uploads/cms/Itog_metod_rekomendaczii_obshhie_127aaa7a02.pdf
4. MP 2.3.1.0253-21 «Norms of physiological needs for energy and nutrients...» (Rospotrebnadzor) – official file. – URL : https://www.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/789/1.-mr-2.3.1.0253_21-normy-pishchevykh-veshchestv.pdf
5. «Nutrition issues»: Analysis of the diet and distribution of the energy value of the diet (scientific article). – URL : https://www.voprosy-pitaniya.ru/ru/jarticles_diet/975.html
6. Grigan S.A. The impact of the use of information technology on the physical activity of technical university students (fitness tracker). – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-primeneniya-informatsionnyh-tehnologiy-na-fizicheskuyu-aktivnost-studentov-tehnicheskogo-vuza
7. Kruglova Yu.V. The use of digital devices in physical education of students. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-tsifrovyh-ustroystv-v-fizicheskom-vospitanii-studentov
8. Kovalev V.M. The influence of digital technologies on the physical activity of university students. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tsifrovyh-tehnologiy-na-fizicheskuyu-aktivnost-studentov-vuzov
9. Kharlamov V.I. National peculiarities of physical education teaching in the Republic of Korea (Russian-language scientific article). – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/natsionalnye-osobennosti-prepodavaniya-fizicheskoy-kultury-v-respublike-koreya
10. Vershinina O.Y. Physical education in South Korea (eLibrary). – URL : https://elibrary.ru/item.asp?id=38354078

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	15 апреля
2	30 июня	15 июля
3	30 сентября	15 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, № 1

SCIENTIFIC MULTIDISCIPLINARY MAGAZINE

SCIENCE. ENGINEERING. TECHNOLOGY

(polytechnical bulletin)

2026, № 1

https://id-yug.com/

Редактор – О.Я. Фоменко

Оригинал-макет – М.Н. Гусева

Дизайн обложки – О.Я. Фоменко

Сдано в набор 09.04.2026.
Подписано в печать 14.04.2026.
Дата выхода в свет 15.04.2026.
Формат 60 x $84^{1}/_{8}$.
Бумага офсетная.
Печать riso.
Уч.-изд. л. 11,61
Тираж 500 экз.

Цена договорная

Отпечатано в ООО «Издательский Дом – Юг»
Россия, 350072, г. Краснодар,
ул. Зиповская 9, литер «Г», оф. 41/3

Заказ № 2649

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 09.04.2026.
It is sent for the press 14.04.2026.
Release date 15.04.2026.
Format 60 x $84^{1}/_{8}$.
Offset paper.
Riso press.
Ed.-prod. l. 11,61
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 № 2649

Ph.: +7(918) 41-50-571
e-mail: id-yug@ id-yug.com
Site: https://id-yug.com