Общероссийская общественная организация
«Российская инженерная академия»

All-russian public organization
«Russian Engineering Academy»

0+

НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ

(политехнический вестник)

SCIENCE. ENGINEERING. TECHNOLOGY

(polytechnical bulletin)

№ 4

2025

Общероссийская общественная организация
«Российская инженерная академия»

All-russian public organization
«Russian Engineering Academy»

НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ
(политехнический вестник)

2025, № 4

(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)

2025, № 4

(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

Айрумян В.Ю., **Белина Н.Н.**, **Савченко Е.С.**, **Лаврентьева В.В.**
Внедрение программно-аппаратного комплекса
на основе измерения плотности продукта
для автоматизации учета занятости и содержимого винодельческих линий 17

Ayrumyan V.Yu., **Belina N.N.**, **Savchenko E.S.**, **Lavrentieva V.V.**
Implementation of the software and hardware complex based
on the measurement of product density to automate the accounting
of employment and the contents of wine-growing lines

Выпринцева В.Д., **Долгополов В.Е.**, **Данько В.П.**
Использование BIM-технологий в расчетах задач
по сопротивлению материалов 21

Vyprintseva V.D., **Dolgopolov V.E.**, **Danko V.P.**
The use of BIM technologies in the calculation of material resistance tasks

Коник А.Ю., **Горшенина К.Д.**
Достоинства и недостатки усиления металлических конструкций
композитными материалами 26

Konik A.Yu., **Gorshenina K.D.**
Advantages and disadvantages
of strengthening metal structures with composite materials

Жабин М.А., **Петухова А.Д.**
Усиление и реконструкция фундаментов 29

Zhabin M.A., **Petukhova A.D.**
Strengthening and reconstruction of foundations

Золотокопов А.В., **Цибизова М.Е.**, **Касьянов Г.И.**
Проектирование качества многокомпонентных пищевых систем
на основе безотходной технологии переработки рыбного сырья 32

Zolotokopov A.V., **Tsibizova M.E.**, **Kasyanov G.I.**
Designing the quality of multi-component food systems based
on waste-free fish raw material processing technology

Изюмский А.А., **Барда В.С.**,
Вальков Е.Д., **Кабишева В.М.**, **Надирян С.Л.**
Проблема объединения средств индивидуальной мобильности
и транспорта общего пользования единую систему
на примере г. Краснодара 40

Izyumsky A.A., **Barda V.S.**,
Valkov E.D., **Kabisheva V.M.**, **Nadiryan S.L.**
The problem of combining individual mobility and public transportation
into a single system is illustrated by the example of Krasnodar

Коновалова Т.В., **Надирян С.Л.**, **Леонова И.О.**, **Тыргалов К.В.**
Анализ основных факторов возникновения
дорожно-транспортных происшествий
на примере предприятия ООО «Новая Логистика» 43

Konovalova T.V., **Nadiryan S.L.**, **Leonova I.O.**, **Targalov K.V.**
The analysis of the main factors of occurrence of road accidents
on the example of the enterprise OOO «New Logistics»

Коновалова Т.В., **Надирян С.Л.**, **Кабишева В.М.**, **Барда В.С.**
Анализ показателей работы транспорта
на маршрутах заказных перевозок ООО «АРГОМИКС» 49

Konovalova T.V., **Nadiryan S.L.**, **Kabisheva V.M.**, **Barda V.S.**
Analysis of transport performance indicators on the routes
of contract transportation of ARGOMIKS LLC

Коновалова Т.В., **Надирян С.Л.**, **Кабишева В.М.**, **Вальков Е.Д.**
Сравнение собственного и наемного подвижного состава
на примере ООО «АРГОМИКС» 52

Konovalova T.V., **Nadiryan S.L.**, **Kabisheva V.M.**, **Valkov E.D.**
Comparison of own and hired rolling stock using
the example of ARGOMIKS LLC

Коновалова Т.В., **Котенкова И.Н.**, **Ищенко А.Г.**
Оптимизация работы светофорных объектов
с помощью имитационных моделей 56

Konovalova T.V., **Kotenkova I.N.**, **Ishenko A.G.**
Optimization of traffic light facilities using simulation models

Котенкова И.Н., **Кабишева В.М.**
Влияние инфраструктуры городского пассажирского транспорта
на организацию транспортного обслуживания
(на примере г. Краснодара) 60

Kotenkova I.N., **Kabisheva V.M.**
The impact of urban passenger transport infrastructure
on the organization of transport services (using the example of Krasnodar)

Котенкова И.Н., **Козадерова А.Д.**
Влияние подвижности населения на маршрутную сеть городского района
(на примере г. Краснодара) 68

Kotenkova I.N., **Kozaderova A.D.**
The impact of population mobility on the transport infrastructure
of an urban area (using the example of Krasnodar)

Лебедев Е.А., **Надирян С.Л.**, **Леонова И.О.**, **Тыргалов К.В.**
Основные мероприятия для повышения безопасности
и эффективности работы водителей
на примере предприятия ООО «Новая Логистика» 74

Lebedev E.A., **Nadiryan S.L.**, **Leonova I.O.**, **Targalov K.V.**
Implementation of measures to improve the safety
and efficiency of drivers using the example of OOO Novaya Logistika

Ливенцова А.В.
Анализ эффективности работы большепролетных конструкциях 81

Liventsova A.V.
Analysis of the efficiency of large-span structures

Махиянова Я.Р.
Оценка преимуществ применения арочных металлических конструкций
в большепролетном строительстве 87

Makhiyanova Ya.R.
Evaluation of the advantages of arches in large-span steel construction

Медведев А.М., **Касьянов Г.И.**, **Яренков М.А.**
Производство сухих завтраков из комбинированного мясорастительного сырья
на автоматизированной экструзионной установке 91

Medvedev A.M., **Kasyanov G.I.**, **Yarenkov M.A.**
Production of dry breakfasts from combined meat and vegetable raw materials
on an automated extrusion plant

Проскурякова А.С., **Шейкина М.А.**
Обзор инновационных методов утилизации попутного нефтяного газа 99

Proskuryakova A.S., **Sheikina M.A.**
Overview of innovative methods for associated petroleum gas utilization

Самсонов И.Ю., **Андропова О.Ю.**, **Александрова Л.Н.**
Комплексный анализ развёртывания веб-приложений
на основе фреймворка Symfony 7 на платформе Ubuntu 104

Samsonov I.Yu., **Andropova O.Yu.**, **Aleksandrova L.N.**
A comprehensive analysis of deploying web applications based
on the Symfony 7 framework on the Ubuntu platform

Терехов В.В., **Выскубов Е.В.**
Повышение функциональности работы структурной модели
устройства очистки жидкости на основе спирали Архимеда 109

Terekhov V.V., Vyskubov E.V.
Improving the functionality of the Archimede spiral-based liquid
purification device structural model

Шейкина Е.В., **Касьянов Г.И.**, **Жизневская Н.Л.**
Экономическая эффективность комбинированных мясорастительных
продуктов с антиоксидантными свойствами 114

Sheikina E.V., **Kasyanov G.I.**, **Zhiznevskaya N.L.**
Economic efficiency of combined meat
and vegetable products with antioxidant properties

НАУКИ О ЗЕМЛЕ
SCIENCES ABOUT THE EARTH

Березовский Д.А.
Анализ эффективности применения частичного сайклинг-процесса
на газоконденсатном месторождении
Лено-Вилюйской нефтегазоносной провинции 125

Berezovskiy D.A.
Analysis of the efficiency of the partial cycling process
on the gas condensate field of the leno-vilyui oil and gas province

Горпинченко А.Н.
Анализ типов коррозии нефтегазопромыслового оборудования 142

Gorpinchenko A.N.
Analysis of corrosion types in oil and gas field equipment

Гузик Т.В., **Угрюмов И.С.**, **Угрюмова В.С.**
Сравнение и оптимальный выбор методов анализа меди
в нефтяной продукции 149

Guzik T.V., **Ugryumov I.S.**, **Ugryumov V.S.**
Comparison and optimal choice of copper analysis methods
in petroleum products

Ибрагимов Р.С., **Бахшалиуева Ш.О.**, **Ефендиева Л.З.**
Определение гидромеханических давлений при бурении скважин
с полурогружных плавучих буровых установках 153

Ibragimov R.S., **Bakhshaliueva Sh.O.**, **Efendieva L.Z.**
Determination of hydromechanical pressures when drilling wells
with semi-road floating drilling rigs

Степанов Р.И.
Анализ разработки Пермо-карбоновой залежи
на упруго-водонапорном режиме эксплуатации
одного из месторождений Тимано-Печорской провинции 159

Stepanov R.I.
Analysis of Permian-carboniferous reservoir development
under a water-drive operating regime at a field in the Timan-Pechora province

Тихонов Е.В.
К вопросу о фильтрации вязкопластичной жидкости
в трещиноватых пористых средах 161

Tikhonov E.V.
To the question of filtration of viscoplastic fluid in fractured porous rocks

Тихонов Е.В.
Термические нагрузки, действующие на обсадные колонны
при изменениях температуры в скважинах 167

Tikhonov E.V.
Thermal loads acting on casing strings during changes in well temperature

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ
PEDAGOGICAL SCIENCES

Губжоков А.А., **Питкин В.А.**
Баскетбол: роль тренера в подготовке баскетболистов:
методы и подходы 175

Gubzhokov A.A., **Pitkin V.A.**
Basketball: the role of the coach in the training of basketball players:
methods and approaches

Лаврентьева М.А., **Савенко Д.А.**, **Дубиненко Н.А.**
Этапы становления первых казачьих поселений на Кубани 178

Lavrenteva M.A., **Savenko D.A.**, **Dubinenko N.A.**
The stages of formation of the first Cossack settlements in the Kuban

Лаврентьева М.А., **Волковская Е.В., Дубиненко Н.А.**
Восстановление городов после Великой Отечественной войны:
возрождение Сталинграда, Ленинграда 183

Lavrentyeva M.A., **Volkovskaya E.V.**, **Dubinenko N.A.**
Rebuilding cities after the Great Patriotic War:
the revival of Stalingrad, Leningrad

Нагиев И.Т., **Питкин В.А.**
Футбол: технологии и методы в работе тренера:
данные, аналитика и индивидуализация 190

Nagiev I.T., **Pitkin V.A.**
Football: technologies and methods in the coach's work:
data, analytics and individualization

Питкин В.А., **Мамий С.Р.**
Врожденный порок сердца. Дефект межпредсердной перегородки:
этиология, последствия и методы лечения 193

Pitkin V.A., **Mamiy S.R.**
Congenital heart disease. Atrial septal defect:
etiology, consequences, and treatment methods.

Питкин В.А., **Тамошин Д.**
Гипертония: этиология, последствия и методы лечения 196

Pitkin V.A., **Tamoshin D.**
Hypertension: etiology, consequences and treatment

Телин Д.А., **Питкин В.А.**
Адаптация студентов первого курса к условиям вуза
(на примере Кубанского государственного технологического университета) 199

Telin D.A., **Pitkin V.A.**
Adaptation of freshmen to the university environment
(a case study of Kuban state technological university)

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

•••••••

TECHNICAL SCIENCES

УДК 658.5: 663.28

ВНЕДРЕНИЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПРОДУКТА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УЧЕТА ЗАНЯТОСТИ И СОДЕРЖИМОГО ВИНОДЕЛЬЧЕСКИХ ЛИНИЙ

♦♦♦♦♦

IMPLEMENTATION OF THE SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX BASED ON THE MEASUREMENT OF PRODUCT DENSITY TO AUTOMATE THE ACCOUNTING OF EMPLOYMENT AND THE CONTENTS OF WINE-GROWING LINES

Айрумян Ваагн Юрикович
кандидат технических наук,
академический советник
Российской инженерной академии;
старший преподаватель кафедры технологии хранения
и переработки растениеводческой продукции,
Кубанский государственный
аграрный университет имени И.Т. Трубилина
vaagn_airumyan@mail.ru

Белина Наталия Николаевна
кандидат технических наук,
доцент кафедры технической механики
и специальных машин имени профессора А.А. Петрика,
Кубанский государственный технологический университет
belinann@mail.ru

Савченко Евгения Сергеевна
ассистент кафедры технологии хранения
и переработки растениеводческой продукции,
Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина
edorosh@inbox.ru

Лаврентьева Влада Валерьевна
обучающаяся 4-го курса бакалавриата,
факультет пищевых технологий,
Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина
vladav.lavrenteva@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены проблемы построения и отслеживания производственных линий винодельческого предприятия. Предложен способ их решения путем внедрения программно-аппаратного комплекса для отслеживания занятости и содержимого линий. Показана положительная роль использования вибрационных плотномеров.

Ключевые слова: программно-аппаратный комплекс, винодельческая линия, автоматизация учета, вибрационный плотномер.

Ayrumyan Vahagn Yurikovich
Candidate of Technical Sciences,
Academic Adviser
of the Russian Academy of Engineering;
Senior Lecturer at the Department
of Technology of Storage and Processing
of Crop Products,
Kuban State Agrarian University
named After I.T. Trubilin
vaagn_airumyan@mail.ru

Belina Natalia Nikolaevna
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
of the Department of Technical Mechanics
and Special Machines
named after Professor A.A. Petrik,
Kuban State Technological University
belinann@mail.ru

Savchenko Evgeniya Sergeevna
Assistant Professor at the Department
of Technology of Storage
and Processing of Crop Products,
Kuban State Agrarian University
named After I.T. Trubilin
edorosh@inbox.ru

Lavrentieva Vlada Valeryevna
4th year undergraduate Student,
Faculty of Food Technology,
Kuban State Agrarian University
named After I.T. Trubilin
vladav.lavrenteva@mail.ru

Annotation. The problems of building and tracking production lines of a wine-making enterprise are considered. A method of solving them is proposed by implementing a hardware and software package for tracking the occupancy and content of lines. The positive role of using vibration density meters is shown.

Keywords: software and hardware complex, wine-making line, accounting automation, vibration density meter.

Контроль и учет в технологии пищевой продукции необходимы на всех этапах осуществляемого производства, в особенности, инновационного [1]. Индустрия напитков формирует экономическую эффективность реализуемых технологий за счет рачительного отношения к используемым ресурсам [2]. Это позволяет получать качественную и безопасную продукцию, обладающую всеми признаками потребительской ценности [3]. При работе с этой задачей широко применяются достижения

цифровизации экономики и агропромышленного комплекса, поскольку процессы цифровой трансформации промышленности тесно связаны с решением проблемы развития региональной и отраслевой экономики [4].

Виноделие в России – это давно уже не просто отрасль экономики сельскохозяйственного производства, а значимая часть национальной культуры, и даже престижа страны. От равнин Краснодарского края до предгорий Крыма виноградники стали неотъемлемым элементом ландшафта. Эта индустрия создает тысячи рабочих мест, привлекает туристов на свои фестивали и экскурсии, а главное – с каждым годом все громче заявляет о себе на международных конкурсах, завоевывая авторитет и уважение среди ценителей [5]. Однако за этим красивым фасадом, в глубине производственных цехов, скрывается ряд сложных технологических и управленческих задач. Одной из самых острых проблем является система учета занятости винных линий, определяющая горизонты планирования деятельности предприятия [6]. Несколько линий работают практически круглосуточно. Проблема заключается в том, что на многих предприятиях учет того, какая линия чем занята, на каком она этапе, когда была остановлена и почему, ведется по старинке: в бумажных журналах, Excel-таблицах или с помощью устных распоряжений. Таким образом существуют следующие минусы:

– человеческий фактор: смена сотрудников приводит к путанице и потере оперативной информации;

– отсутствие оперативности: руководство узнает о простое или проблеме слишком поздно, когда время уже упущено;

– невозможность аналитики: крайне сложно проанализировать эффективность использования оборудования, выявить причины простоев;

– сложность планирования: диспетчеризация и планирование новых задач становятся сложной задачей, а без точного понимания, когда и какая линия освободится, невозможно оптимально выстроить производственный процесс.

Таким образом, отсутствие автоматизации технологических процессов и производств пищевой индустрии, в частности, учета занятости винных линий, становится существенным тормозом для всей отрасли [7]. Решением этой проблемы стала бы внедрение современных систем, которые в реальном времени отслеживали бы статус каждой производственной единицы, автоматически фиксируя начало и конец операций, простои и их причины. Это дало бы виноделам прозрачность, контроль и данные для принятия решений.

Для решения данной проблемы можно использовать систему, в основе которой будут вибрационные плотномеры, действие которых базируется на связи между частотным показателем резонансных колебаний с ρ измеряемого вещества (рис. 1).

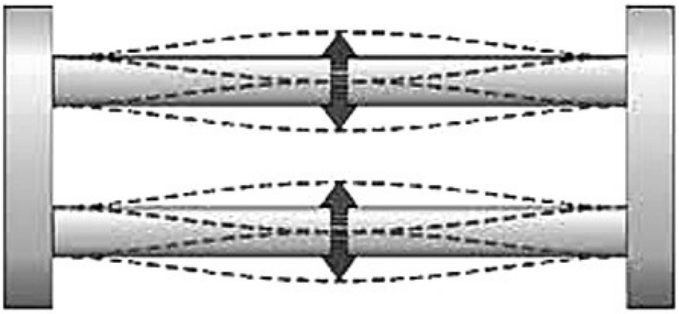


Рисунок 1 – Принцип действия вибрационного проточного плотномера со сдвоенными трубками, колеблющимися в противофазе

По типу устройства плотномеры разделяют на:

– стационарные, представляющие собой компактный, но недостаточно мобильные приборы, применяемые в лабораториях и на производствах;

– портативные, которые подходят для работы в полевых условиях – можно носить с собой, проводя измерения прямо на месте.

С их помощью можно контролировать плотность жидкостей и газов, находящихся в трубопроводах или резервуарах. Разница между показанием устройства и истинным значением составляет около $1...2 \times 10^{-4}$ г/см^3. Диапазон измерений плотномеров

данного типа 0,69–1,05 г/см^3. Вибрационный измеритель оснащен чувствительным элементом – отполированной изнутри металлической трубкой. В ней же расположено электронное устройство, с помощью которого трубка колеблется в потоке (рис. 2). Плотность определяется на основе частоты колебаний [8].

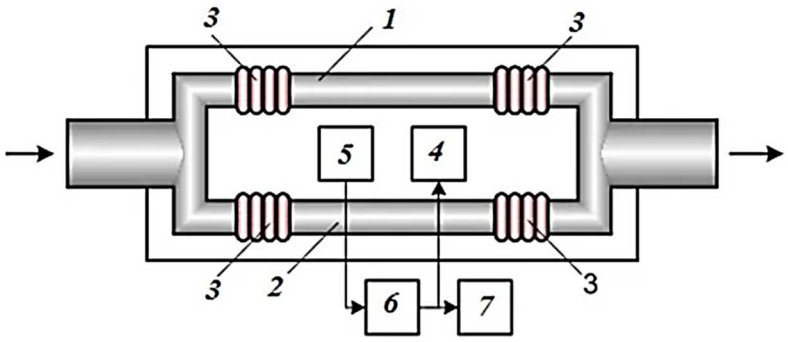


Рисунок 2 – Схема и внешний вид проточного вибрационного плотномера жидкостей:
1 – трубка; 2 – параллельная трубка; 3 – сильфон; 4 – катушка возбуждения;
5 – измерительная катушка; 6 – электронный усилитель;
7 – вторичный измерительный прибор

Вибрационные плотномеры (или датчики плотности) будут непрерывно измерять плотность и температуру продукта, протекающего по трубопроводу [9]. В контексте учета занятости винных линий их можно использовать для определения статуса линии («Занято» → вода / вино / сусло / осадки и т.д.; «Свободно» → линия пуста):

– линия работает (продукт в линии): датчик показывает значение плотности, характерное для конкретного виноматериала (например, 0,992 для сухого виноматериала или 1,075 для сусла); для системы учета это сигнал: «линия занята, идет процесс перекачки продукта».

– линия простаивает (нет продукта): датчик показывает отсутствие жидкости в трубопроводе, при этом его выходной сигнал будет указывать на минимальную плотность или ошибку измерения; для системы учета это сигнал: «линия пуста, рабочий цикл завершен или еще не начат».

На основе системы учета занятости винных линий создается программа отдельно для работников, которая в реальном времени будет отслеживать статус той или иной линии, к примеру: «Линия А–Б занята водой», «Линия В–Г занята вином». Также на основе этих данных есть возможность просмотра вариантов построения линий. Таким образом, если работнику нужна линия с точки А до точки Г, он сможет посмотреть варианты винных линий, к примеру: «А→Г занято вином», «А→Б→Г» занято вином», «А→В→Г» свободно/занято водой», выбираем последний вариант. Это значительно сокращает время работника на поиски свободной линии, увеличивая скорость и качество работы.

Система управления, получая сигналы от плотномера, может автоматически вести журнал, записывая время начала и конца работы (сигнал сменился с «Вода» на «Продукт» или наоборот и продолжительность работы), что помогает технологам отследить в реальном времени процессы, происходящие на производстве, и занятость сотрудников.

Вибрационный плотномер также может помочь в отслеживании качества продукта. Резкое отклонение плотности от заданного параметра может сигнализировать о проблеме в технологическом процессе, например, неполная фильтрация, начало нежелательной ферментации в неподходящем месте.

Плотномеры устанавливаются в ключевые трубопроводы на каждой производственной линии. Каждый датчик плотности подключается к программируемому логическому контроллеру или напрямую в систему сбора данных.

В системе программируются алгоритмы:

– «в линии А–В плотность 1,000 < продукт < 1,100 более 15 с. → линия занята вином»;

– «в линии А–В плотность = 0 более 15 с. → линия занята водой» и т.д.

Система автоматически строит графики занятости, формирует отчеты о простоях и коэффициенте использования оборудования.

Такой метод отслеживания занятости винных линия имеет ряд преимуществ:

– поступающие данные автоматически записываются с систему учета, они являются более точными и не требуют ручного ввода;

– информация обновляется непрерывно, позволяя реагировать мгновенно;

– один датчик решает сразу две задачи: и автоматизацию учета, и контроль параметров продукта;

– снижает расход времени сотрудника на поиск пустой линии для перекачки виноматериала, помогая в реальном времени отследить занятость трубопроводов;

– полная автоматизация процессов на производстве.

Вибрационные плотномеры – это не просто датчики для технолога и помощник сотруднику, это главная часть системы автоматизированного учета. Они предоставляют достоверный машинно-читаемый сигнал о том, что в данный момент происходит на линии, помогая отследить занятость трубопроводов, качество продукта и работу сотрудников.

Литература

1. Инновации в производстве винных напитков из ягодного сырья / Г.И. Касьянов [и др.] // Современная наука и инновации. – 2018. – № 4(24). – С. 143–148.
2. Родионова Л.Я. Практикум по технологии безалкогольных и алкогольных напитков : учеб. пособие / Л.Я. Родионова, Е.А. Ольховатов, А.В. Степовой. – СПб. : Лань, 2017. – 288 с.
3. Цифровая экономика и сквозные технологии: теория и практика : монография / А.В. Бабкин [и др.]. – СПб. : СПбПУ, 2019. – 623 с.
4. Донченко Л.В. Концепция НАССР на малых и средних предприятиях : учеб. пособие / Л.В. Донченко, Е.А. Ольховатов, А.И. Решетняк. – Краснодар : КубГАУ, 2012. – 183 с.
5. Технология виноделия : учебник / Г.И. Касьянов [и др.]. – М. : Юрайт, 2025. – 200 с.
6. Проектирование и строительство винодельческих предприятий с основами планирования и технологии отрасли : учебник / Г.И. Касьянов [и др.]. – 2-е изд., пер. и доп. – М. : Юрайт, 2021. – 445 с.
7. Харитонов. В.Д. Автоматизация технологических процессов и производств. Пищевые производства : учеб. пособие / В. Д. Харитонов, Л.А. Гаршин. – СПб : Лань, 2020. – 492 с.
8. Устройство плотномеров. – URL : https://millab.ru/press-tsentr/articles/ustroystvo-plotnomerov/ (дата обращения 20.12.2025).
9. Application of vibrational density meters in the food industry // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021.

References

1. Innovations in the production of wine drinks from berry raw materials / G.I. Kasyanov [et al.] // Modern science and innovation. – 2018. – № 4(24). – P. 143–148.
2. Rodionova L.Ya. Practicum on the technology of non-alcoholic and alcoholic beverages : training manual / L.Ya. Rodionova, E.A. Olkhovatov, A.V. Stepovoy. – SPb. : Lan Publ., 2017. – 288 p.
3. Digital economy and cross-cutting technologies: theory and practice : monograph / A.V. Babkin [et al.]. – SPb. : SPbPU, 2019. – 623 p.
4. Donchenko L.V. The concept of HACCP in small and medium enterprises : training manual / L.V. Donchenko, E.A. Olkhovatov, A.I. Reshetnyak. – Krasnodar : KubGAU Publ., 2012. – 183 p.
5. Technology of winemaking : textbook / G.I. Kasyanov [et al.]. – M. : Yurayt, 2025. – 200 p.
6. Design and construction of wine–making enterprises with the basics of planning and technology of the industry : textbook / G.I. Kasyanov [et al.]. – 2nd ed., trans. and add. – M. : Yurayt, 2021. – 445 p.
7. Kharitonov V.D. Automation of technological processes and productions. Food production : studies. manual / V.D. Kharitonov, L.A. Garshin. – SPb. : Lan Publ., 2020. – 492 p.
8. The device of density meters. – URL : https://millab.ru/press-tsentr/articles/ustroystvo-plotnomerov (date of application 12/20/2025).
9. Application of vibrational density meters in the food industry // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021.

УДК 624.01

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В РАСЧЕТАХ ЗАДАЧ ПО СОПРОТИВЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ

♦♦♦♦♦

THE USE OF BIM TECHNOLOGIES IN THE CALCULATION OF MATERIAL RESISTANCE TASKS

Выпринцева Виолетта Денисовна
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
vvyprintseva@yandex.ru

Долгополов Василий Евгеньевич
старший преподаватель,
Кубанский государственный технологический университет
dolgopolov_v@icloud.com

Данько Владислав Павлович
кандидат технических наук,
доцент кафедры,
Кубанский государственный технологический университет
Vladislav.danko@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются современные аспекты применения BIM-технологий в расчетах по сопротивлению материалов. Анализируется интеграция информационных моделей с инженерными расчетами, методы автоматизированного анализа прочностных характеристик конструкций. Особое внимание уделяется преимуществам использования BIM-технологий: повышению точности расчетов, оптимизации процесса проектирования и улучшению визуализации результатов. Исследуются возможности программного обеспечения для моделирования напряженно-деформированного состояния конструкций. В заключении сделан вывод о применение BIM-технологий, которые становятся неотъемлемой частью строительного процесса.

Ключевые слова: моделирование, BIM-технологии, строительные конструкции, прочностные характеристики, проектирование.

Vyprintseva Violetta Denisovna
Student,
Kuban State Technological University
vvyprintseva@yandex.ru

Dolgopolov Vasily Evgenievich
Senior Lecturer,
Kuban State University of Technology
dolgopolov_v@icloud.com

Danko Vladislav Pavlovich
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department,
Kuban State Technological University
Vladislav.danko@mail.ru

Annotation. The article discusses modern aspects of the use of BIM technologies in calculations of the resistance of materials. The integration of information models with engineering calculations, methods of automated analysis of structural strength characteristics are analyzed. Special attention is paid to the advantages of using BIM technologies: improving the accuracy of calculations, optimizing the design process and improving the visualization of results. The possibilities of software for modeling the stress-strain state of structures are being investigated. In conclusion, it is concluded that BIM technologies are being used, which are becoming an integral part of the construction process.

Keywords: modeling, BIM technologies, building structures, strength characteristics, design.

Современные технологии проектирования и строительства стремительно развиваются, и одним из наиболее значимых направлений в этой области является использование информационного моделирования зданий (BIM – Building Information Modeling). BIM-технологии позволяют создавать трехмерные модели объектов, которые содержат не только геометрическую информацию, но и данные о материалах, их свойствах и поведении.

BIM-технологии – технологии, применяемые для процессов создания и управления цифровыми представлениями физических и функциональных характеристик зданий. Они включают в себя создание трехмерной модели, содержащей информацию о всех элементах конструкции, таких как стены, перекрытия, колонны и другие строительные материалы. BIM-технологии позволяют интегрировать данные о проекте на всех этапах, начиная от проектирования и строительства и заканчивая эксплуатацией и демонтажными работами [1].

Использование BIM-технологий в расчетах сопротивления материалов открывает принципиально новые возможности для современной инженерии. Они позволяют объединять данные о материалах, их механических свойствах и условиях эксплуатации в одной модели. Таким образом, идет упрощение процесса анализа и расчетов, так как все необходимые данные находятся в одном месте.

Современные BIM-программы могут автоматически выполнять расчеты сопротивления материалов, используя встроенные алгоритмы и модели. Это значительно ускоряет процесс проектирования и снижает вероятность ошибок.

Еще одним важным преимуществом BIM-технологий является моделирование различных эксплуатационных свойств, включая динамические нагрузки, температурные изменения и другие факторы, влияющие на поведение материалов. Тем самым, это дает возможность более точно оценить их прочностные характеристики [2].

BIM-технологии способствуют более эффективному взаимодействию между различными участниками проекта – архитекторами, инженерами, строителями и заказчиками, что позволяет оперативно вносить изменения и корректировать расчеты в зависимости от новых данных.

Моделирование материалов является первым и важнейшим этапом работы по применению BIM-технологий в расчетах сопротивления материалов. В специализированных BIM-программах создается детальная модель конструкции с учетом всех используемых материалов. Инженеры могут задать полный набор физических и механических характеристик: прочность на сжатие и растяжение, модуль упругости, предел текучести и другие важные параметры. Это обеспечивает точное прогнозирование поведения материалов под нагрузкой.

Анализ нагрузок осуществляется на следующем этапе проектирования. BIM-системы позволяют интегрировать различные типы нагрузок – от статических до динамических, включая ветровые, сейсмические и эксплуатационные воздействия. Современные инструменты визуализации помогают наглядно представить распределение нагрузок по всей конструкции и выявить потенциально уязвимые участки.

Расчет прочности выполняется с использованием передовых методов, среди которых особое место занимает метод конечных элементов (МКЭ). BIM-программы проводят детальный анализ напряжений и деформаций в каждом элементе конструкции, что позволяет оценить её надежность и предотвратить возможные разрушения.

Оптимизация конструкции становится более эффективной благодаря возможностям BIM. Инженеры могут быстро вносить изменения в проектную модель и проводить повторные расчеты. Это позволяет находить оптимальные решения по выбору материалов, изменению геометрии элементов и перераспределению нагрузок, что ведет к снижению затрат без потери прочности.

Визуализация результатов является ключевым преимуществом BIM-технологий. Инженеры получают доступ к разнообразным инструментам представления данных: графикам, диаграммам и трехмерным визуализациям, демонстрирующим распределение напряжений и деформаций. Такая наглядность значительно упрощает анализ результатов и способствует эффективному взаимодействию всех участников проекта.

Внедрение технологий BIM в процесс моделирования напряженно-деформированного состояния конструкций открывает новые горизонты для проектировщиков и инженеров. Использование специализированного программного обеспечения позволяет не только повысить точность и эффективность проектирования, но и улучшить взаимодействие между участниками проекта. Моделирование напряженно-деформируемого состояния (НДС) позволяет выявить потенциальные проблемы на ранних стадиях проектирования и оптимизировать конструктивные решения. Для инженеров важно точно оценить НДС, чтобы гарантировать безопасность и долговечность конструкций [3].

Существует множество программных решений, которые интегрируются с BIM-технологиями и позволяют проводить анализ НДС.

Autodesk Revit – одно из самых популярных BIM-программных решений, которое позволяет создавать детализированные модели зданий. В сочетании с плагинами, такими как Autodesk Robot Structural Analysis, Revit предоставляет возможность проводить анализ НДС. Пользователи могут экспортировать модели в Robot для выполнения статического и динамического анализа, а затем возвращать результаты обратно в Revit для визуализации и дальнейшей работы [4].

Tekla Structures – это мощное программное обеспечение для моделирования и анализа конструкций, которое также поддерживает BIM. Оно позволяет инженерам создавать детализированные модели стальных и железобетонных конструкций, а также

проводить анализ НДС. Tekla Structures предлагает инструменты для работы с нагрузками, расчетами и визуализацией результатов, что делает его идеальным выбором для проектировочной отрасли.

SAP2000 – это универсальное программное обеспечение для анализа и проектирования конструкций, которое также может быть использовано в контексте BIM. Оно предлагает мощные инструменты для моделирования и анализа НДС, включая возможность работы с различными типами нагрузок и материалов. SAP2000 позволяет проводить статические и динамические расчеты, а также анализировать поведение конструкций под воздействием различных факторов, таких как землетрясения и ветровые нагрузки. Интеграция с BIM позволяет пользователям эффективно управлять данными и улучшать качество проектирования.

В будущем можно ожидать дальнейшего развития программного обеспечения для моделирования НДС с участием BIM-технологий, что позволит еще более эффективно решать задачи проектирования и анализа конструкций.

В современных условиях развития строительной отрасли компьютерное моделирование становится ключевым инструментом для проведения расчетов сопротивления материалов. Интеграция BIM-технологий открывает новые возможности для повышения точности и эффективности инженерных расчетов. Цифровая трансформация проектирования привела к тому, что традиционные методы расчета постепенно уступают место современным компьютерным технологиям. BIM-моделирование позволяет создавать комплексные информационные модели, учитывающие все параметры конструкции и их взаимосвязи.

Современные системы компьютерного моделирования позволяют создавать комплексные информационные модели конструкций, учитывающие все параметры и взаимосвязи элементов. Цифровая среда проектирования обеспечивает возможность проведения многокритериального анализа прочностных характеристик, учета нелинейных деформаций и прогнозирования поведения конструкций под различными нагрузками [5].

Значительный прорыв в развитии технологий связан с внедрением искусственного интеллекта и методов машинного обучения. Эти технологии позволяют оптимизировать расчетные схемы, повышать точность прогнозирования и автоматизировать процесс анализа результатов. Облачные вычисления открывают новые горизонты для обработки больших массивов данных, что особенно важно при проведении сложных расчетов сопротивления материалов. Методология расчетов претерпевает существенные изменения благодаря возможности создания параметрических моделей и автоматизации процесса внесения изменений в проект. Интегрированные системы обеспечивают единство данных на всех этапах проектирования и позволяют проводить комплексный анализ конструкций с учетом всех влияющих факторов [6].

Практическое применение современных технологий существенно оптимизирует процесс проектирования. Сокращается время проведения расчетов, повышается точность определения напряженно-деформированного состояния, оптимизируется расход материалов. Автоматизированные системы позволяют проводить детальный анализ прочностных характеристик на всех этапах жизненного цикла конструкции. Особое внимание уделяется развитию методов конечных элементов и алгоритмов адаптивного расчета. Современные программные комплексы обеспечивают высокую точность моделирования сложных конструктивных решений и позволяют учитывать различные факторы, влияющие на поведение материалов под нагрузкой.

Интеграция с системами мониторинга состояния конструкций открывает новые перспективы для развития компьютерного моделирования. Универсальные расчетные платформы позволяют не только проводить статические расчеты, но и анализировать динамическое поведение конструкций, что особенно важно при проектировании объектов в сложных условиях эксплуатации.

Современные тенденции развития компьютерного моделирования в сочетании с BIM-технологиями формируют новый подход к расчетам сопротивления материалов. Это позволяет создавать более надежные и экономичные строительные конструкции, обеспечивая высокий уровень точности и предсказуемости проектных решений.

BIM-технологии прочно вошли в современную практику инженерных расчетов и проектирования, став незаменимым инструментом в решении задач по сопротивлению

материалов. Их влияние на процесс проектирования и строительства трудно переоценить: от простой автоматизации рутинных операций до создания комплексных информационных моделей, обеспечивающих беспрецедентный уровень контроля над проектом.

Интеграционный подход, заложенный в основу BIM, позволяет объединить различные данные в единую информационную модель, где каждый элемент связан с остальными. Это создает целостную картину проекта и обеспечивает точность расчетов на всех этапах проектирования. Автоматизация процессов и визуализация результатов существенно повышают эффективность работы инженеров-проектировщиков. Возможность наглядного представления данных позволяет быстрее выявлять потенциальные проблемы и принимать обоснованные проектные решения, что напрямую влияет на качество и безопасность будущих конструкций. Коллаборативный характер BIM-технологий способствует улучшению взаимодействия между всеми участниками проекта. Совместная работа над единой моделью обеспечивает согласованность решений и минимизирует риск возникновения ошибок на этапе проектирования.

В условиях современного строительства, когда требования к качеству и безопасности строительства постоянно растут, BIM-технологии становятся не просто инструментом оптимизации процессов, но необходимым условием достижения высоких стандартов проектирования [7]. Они позволяют создавать более надежные и устойчивые конструкции, обеспечивая комфорт и безопасность для конечных пользователей.

Перспективы развития BIM-технологий открывают новые горизонты для инженерного проектирования. Интеграция с искусственным интеллектом, машинным обучением и другими передовыми технологиями позволит еще больше повысить эффективность расчетов и качество проектных решений. Будущее строительной отрасли неразрывно связано с дальнейшим развитием и внедрением BIM-технологий, которые продолжат революционизировать подходы к проектированию и строительству.

Литература

1. Фонтокина В.А. Роль BIM-технологий в организации и технологии строительства / В.А. Фонтокина, А.А. Савенко, Е.Д. Самарский // Вестник евразийской науки. – 2022. – Т. 14. – № 1. – URL : https://esj.today/PDF/06ECVN122.pdf
2. Попов Д.В. Преимущества и недостатки внедрения BIM-технологий в строительные организации // Universum: технические науки: электронный научный журнал. – 2024. – № 3(120). – URL : https:///universum.com/ru/tech/archive/item/17032
3. Косаруков М.М. Эффекты от внедрения технологии информационного моделирования здания (BIM-технологии) / М.М. Косаруков, А.Д. Вашлаев, А.П. Калинина // Экономика и предпринимательство. – 2024. – № 8(169). – С. 929–932.
4. Бурова О.А. Применение BIM технологий в строительстве: отечественный и мировой опыт / О.А. Бурова, А.С. Божик, А.В. Шевцов // Вестник МФЮА. – 2020. – № 2. – С. 84–89. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-bim-tehnologiy-v-stroitelstve-otechestvennyy-i-mirovoy-opyt/viewer
5. Применение BIM-технологий при проектировании и реконструкции зданий и сооружений / К.С. Петров [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 4. – URL : ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5255
6. Классификация строительной информации в BIM с использованием алгоритмов искусственного интеллекта / М.В. Петроченко [и др.] // Вестник МГСУ. – 2022. – С. 1537–1550.
7. Подыганова А.А. Проблемы использования технологий информационного моделирования (BIM) при эксплуатации зданий и сооружений в России // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы современной науки, достижения и инновации: Сборник статей по материалам I Международной научно-практической конференции, Уфа, 27 апреля 2019 года. – Уфа : Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр «Вестник науки», 2019. – Ч. 2. – С. 181–187.

References

1. Fontokina V.A. The role of BIM technologies in the organization and technology of construction / V.A. Fontokina, A.A. Savenko, E.D. Samarsky // Bulletin of Eurasian Science. – 2022. – Vol. 14. – № 1. – URL : https://esj.today/PDF/06ECVN122.pdf
2. Popov D.V. Advantages and disadvantages of implementing BIM technologies in construction organizations // Universum: technical sciences: electronic scientific journal. – 2024. – № 3(120). – URL : https:///universum.com/ru/tech/archive/item/17032

3. Kosarukov M.M. The effects of the introduction of building information modeling technology (VIM-technology) / M.M. Kosarukov, A.D. Vashlaev, A.P. Kalinina // Economics and entrepreneurship. – 2024. – № 8(169). – P. 929–932.
4. Burova O.A. Application of BIM technologies in construction: domestic and world experience / O.A. Burova, A.S. Bozhik, A.V. Shevtsov // Bulletin of the MFUA. – 2020. – № 2. – P. 84–89. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-bim-tehnologiy-v-stroitelstve-otechestvennyy-i-mirovoy-opyt/viewer
5. Application of BIM technologies in the design and reconstruction of buildings and structures / K.S. Petrov [et al.] // Engineering Bulletin of the Don. – 2018. – № 4. – URL : ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5255
6. Classification of construction information in BIM using artificial intelligence algorithms / M.V. Petrochenko [et al.] // Bulletin of MGSU. – 2022. – P. 1537–1550.
7. Podyganova A.A. Problems of using information modeling technologies (BIM) in the operation of buildings and structures in Russia // Fundamental and applied scientific research: current issues of modern science, achievements and innovations: A collection of articles based on the materials of the 1st International scientific and practical conference, Ufa, April 27, 2019. – Ufa : Limited Liability Company Scientific Publishing Center Bulletin of Science, 2019. – Part 2. – P. 181–187.

УДК 624.014

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ УСИЛЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

♦♦♦♦♦

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF STRENGTHENING METAL STRUCTURES WITH COMPOSITE MATERIALS

Коник А.Ю.
студент,
Кубанский государственный технологический университет

Горшенина К.Д.
студент,
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. Статья посвящена комплексному анализу применения композитных материалов для усиления металлических конструкций. Рассматриваются ключевые принципы метода, его преимущества (высокая прочность, коррозионная стойкость, малый вес) и недостатки (высокая стоимость, риски адгезии, гальваническая коррозия), а также перспективы развития технологии.

Ключевые слова: усиление металлических конструкций, композитные материалы, фиброармированные полимеры, адгезия, коррозионная стойкость, гальваническая коррозия, экономическая эффективность, долговечность, контроль качества, проектирование, ремонт, строительство.

Konik A.Yu.
Student,
Kuban State Technological University

Gorshenina K.D.
Student,
Kuban State University of Technology

Annotation. The article provides a comprehensive analysis of the use of composite materials for strengthening metal structures. It discusses the key principles of the method, its advantages (high strength, corrosion resistance, low weight) and disadvantages (high cost, adhesion risks, galvanic corrosion), as well as prospects for technological development.

Keywords: strengthening of metal structures, composite materials, fiber-reinforced polymers, adhesion, corrosion resistance, galvanic corrosion, economic efficiency, durability, quality control, design, repair, construction.

Введение. Актуальность проблемы усиления металлических конструкций в современном строительстве

Металлические конструкции широко используются в строительстве благодаря своей прочности и технологичности. Однако в процессе эксплуатации они подвергаются деградации из-за нагрузок, коррозии, механических повреждений и ошибок проектирования. Традиционные методы усиления (наращивание сечений, установка дополнительных элементов) часто трудоёмки, приводят к увеличению веса и требуют остановки эксплуатации. Альтернативой является применение композитных материалов на основе фиброармированных полимеров (ФАП), что позволяет эффективно усиливать конструкции с минимальным изменением их геометрии и веса. Цель статьи – анализ преимуществ и недостатков этого метода.

1. Теоретические основы и методология

1.1 Принципы работы и отличия от традиционных методов

Усиление основано на внешнем армировании: композитные материалы (ламинаты или ткани) приклеиваются к поверхности металлического элемента и воспринимают часть растягивающих напряжений. Это повышает жёсткость и несущую способность конструкции.

Ключевые отличия от традиционных методов:

– Минимальное увеличение веса и габаритов;
– Скорость и простота монтажа без сварки;
– Сохранение целостности основного элемента;
– Возможность применения на сложных и труднодоступных поверхностях.

1.2 Ключевые этапы проектирования и реализации

1. Выбор материала: В зависимости от требований используются углеродные (CFRP – высокая прочность и стоимость), стекловолоконные (GFRP – экономичные) или арамидные (AFRP — высокая ударная вязкость) композиты.

2. Подготовка поверхности: Критически важный этап, включающий очистку от загрязнений, абразивную обработку для создания шероховатости и обезжиривание для обеспечения максимальной адгезии.

3. Предотвращение гальванической коррозии: При использовании углеродных композитов со сталью необходим изолирующий слой (диэлектрический праймер, стеклоткань) для исключения электрохимической коррозии.

4. Выбор клея и приклеивание: Применяются преимущественно эпоксидные адгезивы с требуемыми прочностными характеристиками, временем отверждения и стойкостью к циклическим нагрузкам.

5. Контроль качества: Включает визуальный осмотр, неразрушающие методы (ультразвуковой, тепловизионный контроль) и выборочные разрушающие испытания на специальных «свидетелях» для проверки прочности адгезионного соединения.

2. Достоинства применения композитов

1. Высокие прочностные и коррозионные характеристики: Предел прочности композитов (особенно CFRP) может превышать прочность стали. Материалы инертны к электрохимической коррозии, что обеспечивает долговечность в агрессивных средах.

2. Экономические и эксплуатационные преимущества:

– Малый вес и толщина усиления не нагружают фундамент и не меняют архитектурный облик;

– Возможность проведения работ без остановки или с минимальным перерывом в эксплуатации объекта;

– Экологичность за счёт продления срока службы существующих конструкций;

– Гибкость материалов позволяет усиливать криволинейные поверхности;

– Высокая стойкость к циклическим нагрузкам и широкому температурному диапазону.

3. Недостатки и вызовы

1. Экономический аспект и технологические особенности: Высокая начальная стоимость материалов (особенно CFRP) и необходимость привлечения квалифицированных специалистов со специализированным оборудованием.

2. Проблемы долговечности и адгезии:

– Риск гальванической коррозии требует дополнительных защитных мер;

– Эффективность метода критически зависит от долговечности клеевого шва, который может деградировать под воздействием УФ-излучения, влаги, температурных колебаний и циклических нагрузок;

– Ограниченная огнестойкость полимерной матрицы по сравнению со сталью;

– Чувствительность к локальным ударным воздействиям.

4. Заключение и перспективы

Усиление металлоконструкций композитами – высокоэффективный метод, особенно актуальный в условиях агрессивных сред, необходимости минимального вмешательства и работы со сложными формами. Его успех зависит от комплексного подхода: тщательного проектирования, выбора материалов, качественной подготовки поверхности и строгого контроля.

Основные направления развития:

1. Снижение стоимости материалов и технологий.
2. Повышение долговечности адгезивов и стойкости к внешним воздействиям.
3. Разработка огнестойких композитных систем.
4. Создание «интеллектуальных» композитов с функциями самодиагностики.
5. Развитие и унификация нормативно-технической базы.

Литература

1. Усиление металлических конструкций фиброармированными пластиками / И.Г. Овчинников [и др.]. // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – № 3. – Ч. 1– С. 1–27.
2. Рекомендации по усилению стальных конструкций производствен-ных зданий и сооружений энергопредприятий // «Гипроэнергоремонт». – 2010. – 143 с.
3. Стандарт организации. Система внешнего армирования из полимерных композитов FibARM для ремонта и усиления строительных конструкций. Общие требования. Технология устройства. ЗАО «Препрег-СКМ». – М., 2011. – 16 с.
4. Бикбаев К.А. Усиление металлических конструкций композитными материалами. / К.А. Бикбаев, К.С. Савинкова // Молодой ученый. – 2018. – № 11(197). – С. 71–73. – URL : https://moluch.ru/archive/197/48815 (дата обращения 27.12.2020).

5. Таровик В.В. Современные способы усиления строительных конструкций углеродными композитными материалами / В.В. Таровик, А.Н. Леонова // В сборнике: Актуальные вопросы городского строительства, архитектуры и дизайна в курортных регионах. Материалы Второй Всероссийской научно-практической конференции. – 2015. – С. 75–79.
6. Леонова А.Н. Особенности усиления строительных конструкций композитными полимерными материалами в условиях высоких и низких температур / А.Н. Леонова, О.Д. Софьяников, Т.В. Кривенкова // Перспективы науки. – 2019. – № 5(116). – С. 64–69.

References

1. Strengthening of metal structures with fiber-reinforced plastics / I.G. Ovchinnikov [et al.]. // Internet journal «Science Studies». – 2014. – № 3. – Part 1 – P. 1–27.
2. Recommendations for strengthening steel structures of industrial buildings and structures of energy enterprises // «Giproenergoremont». – 2010. – 143 p.
3. Organization standard. FibARM external reinforcement system made of polymer composites for repair and strengthening of building structures. General requirements. Installation technology. Prepreg-SKM CJSC. – M., 2011. – 16 p.
4. Bikbaev K.A. Strengthening metal structures with composite materials. / K.A. Bikbaev, K.S. Savinkova // Young scientist. – 2018. – № 11(197). – P. 71–73. – URL : https://moluch.ru/archive/197/48815 (date of application 27.12.2020).
5. Tarovik, V.V. Modern Methods of Strengthening Building Structures with Carbon Composite Materials / V.V. Tarovik, A.N. Leonova // In the collection: Current Issues in Urban Construction, Architecture, and Design in Resort Regions. Proceedings of the Second All-Russian Scientific and Practical Conference. – 2015. – P. 75–79.
6. Leonova A.N. Features of strengthening building structures with composite polymer materials under high and low temperatures / A.N. Leonova, O.D. Sofyanikov, T.V. Krivenkova // Prospects of Science. – 2019. – № 5(116). – P. 64–69.

УДК 69.059.7

УСИЛЕНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ФУНДАМЕНТОВ

♦♦♦♦♦

STRENGTHENING AND RECONSTRUCTION OF FOUNDATIONS

Жабин М.А.
студент,
Кубанский государственный технологический университет
z-m-a2002@mail.ru

Петухова А.Д.
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
albinoch-ka135@mail.ru

Аннотация. Данная статья рассматривает вопросы усиления и реконструкции фундаментов зданий. Фундаменты играют ключевую роль в обеспечении надежности и стабильности сооружений. В статье рассматриваются различные методы усиления и реконструкции фундаментов, основанные на анализе и оценке состояния фундаментов.

Ключевые слова: усиление фундаментов и оснований, реконструкция зданий, несущая способность, основание, фундамент, усиление фундамента, укрепление фундамента, свайные технологии, торкретирование.

Zhabin M.A.
Student,
Kuban State Technological University
z-m-a2002@mail.ru

Petukhova A.D.
Student,
Kuban State Technological University
albinochka135@mail.ru

Annotation. This article examines the issues of strengthening and reconstruction of building foundations. Foundations play a key role in ensuring the reliability and stability of structures. The article discusses various methods of strengthening and reconstruction of foundations based on the analysis and assessment of the condition of foundations.

Keywords: strengthening of foundations and foundations, reconstruction of buildings, bearing capacity, foundations, foundations, foundation reinforcement, foundation strengthening, pile technology, shotcrete.

Реконструкция фундаментов представляет собой важный процесс в строительной отрасли, который направлен на восстановление или усиление основы здания. Фундамент является базовым элементом любой постройки, он воспринимает вес сооружения и передает его на грунт. Однако, со временем фундамент может подвергаться различным воздействиям, таким как попадание воды, изменение грунтовых условий, неравномерное оседание и другие факторы, которые могут привести к нарушению его прочности и стабильности.

Реконструкция фундаментов проводится с целью предотвращения дальнейшего разрушения здания, устранения имеющихся дефектов и обеспечения безопасности жильцов и имущества.

Рассмотрим различные методы реконструкции фундаментов, включая добавление дополнительных опорных элементов, использование армированных бетонных конструкций, торкретирование и устройство дополнительных опорных свай. Каждый из этих методов имеет свои особенности, преимущества и ограничения, и выбор конкретного подхода зависит от множества факторов, таких как тип фундамента, состояние конструкции и грунтовые условия.

Перед тем как перейти к методам усиления фундаментов необходимо определить причины возникновения дефектов.

К причинам, по которым фундаменты теряют свою несущую способность, можно отнести:

1. Моральное устаревание, которое приводит к отсутствию возможности выполнять несущие функции.
2. Большое количество циклов переменного замораживания и оттаивания.
3. Разработка земли вблизи существующего здания.
4. Воздействия динамического или вибрационного характера.

Основные методы реконструкции фундаментов включают использование железобетонных обоим, грунтовые инъекции и устройство дополнительных опорных свай.

Рассмотрим каждый из них более подробно:

Метод железобетонных обойм

Усиление фундамента железобетонными обоймами – это один из способов реконструкции, который позволяет повысить его прочность и устойчивость к нагрузкам. В данном методе используются специальные железобетонные конструкции, называемые обоймами, которые обвязывают существующий фундамент, образуя усиленную структуру.

Преимущества применения железобетонных обойм для усиления фундамента:

– Увеличение прочности: железобетонные обоймы обеспечивают дополнительную жесткость и прочность фундамента, позволяя ему выдерживать большие нагрузки. Это особенно важно в случаях, когда исходный фундамент имеет низкую прочность или подвергается деформациям;

– Улучшение устойчивости: железобетонные обоймы увеличивают устойчивость фундамента к вертикальным и горизонтальным нагрузкам. Они способны удерживать стены фундамента в правильном положении и предотвращать их опрокидывание или разрушение.

Торкретирование

Эту методику широко применяют во время реконструкции, предполагающей возрастание величин нагрузок. При торкретировании смешивают песок с цементом в соотношении 2 к 1 или 6 к 1. Под большим давлением, создаваемым в компрессоре сжатым воздухом, раствор подается посредством торкрет-пушки. С разных линий в ее сопло подают сухую смесь и воду. Образуется покрытие, толщиной до полутора сантиметров. В таком вот варианте реализуется «сухой» способ торкретирования.

В «мокром» методе применяют щебенку с более крупными, чем в «сухом» частицами. Величина фракций, однако, не должна превышать 8 мм. Уже готовый раствор подается на проблемную поверхность. Получается гораздо большая толщина одного слоя, более 10 сантиметров. При большом объеме работ используется бетононасос.

Отскок, то есть выход подаваемой смеси в обратном направлении, невысок. Место проведения работ остается практически чистым. Возможна также финишная отделка. Некоторый недостаток такого метода в невысокой маневренности. Работы требуют высокой скорости выполнения, нельзя допускать, чтобы бетонный раствор в рукаве установки засыхал.

«Сухой» способ усиления фундаментов торкретированием отличает высокая производительность, а также значительные расстояния, на которые можно подать компоненты состава. Однако выполнение методики приводит к большому проценту отскоков, так что рабочую площадку необходимо потом убрать. Работы требуют концентрации внимания, большого опыта.

Устройство дополнительных опорных свай

Данный метод осуществляется путем установки дополнительных опорных свай, которые проникают на глубину более прочного грунта. Выполнение данного метода требует проведения геологических исследований, чтобы определить местоположение и глубину установки свай.

Метод устройства дополнительных опорных свай рекомендуется в случаях, когда фундамент испытывает слабый грунтовый слой или проблемы с оседанием.

Различают два способа усиления фундаментов:

– передача нагрузки от фундамента на выносные сваи;

– передача нагрузки подведением свай под подошву фундамента.

Оголовки дополнительных свай с существующим фундаментом соединяют с помощью ростверков, которые выполняют в виде железобетонных поясов (для ленточных фундаментов) или железобетонных обойм (для столбчатых фундаментов).

Выносные сваи выполняются в виде набивных свай или способом вдавливания. При этом способе усиления необходимо обеспечить надежное сопряжение существующего фундамента со сваями.

Сваи, подводимые под подошву фундамента, обычно выполняются составными и погружают способом вдавливания. Сваи из металлических труб 237 × 8 длиной 1 м располагают попарно с двух сторон фундамента. Для погружения свай применяют домкраты, которые упираются в железобетонные балки, изготовляемые одновременно со сплошным железобетонным поясом, связанные конструктивно со сваями. Железо-

бетонный пояс устраивают на уровне пола первого этажа до начала работ по задавливанию свай. Задавливание свай выполняют одновременно с двух сторон фундамента по всему периметру здания с помощью сварки секций. Для подвески домкрата и равномерного распределения усилий применяют инвентарную металлическую упорную балку, которую крепят параллельно стене здания (с каждой ее стороны) к трем соседним железобетонным балкам. После установки последней секции домкрат и инвентарную балку демонтируют, устанавливают армокаркасы и опалубку оголовка свай.

Каждый из описанных методов реконструкции фундаментов имеет свои преимущества и ограничения, и выбор конкретного подхода зависит от конкретной ситуации. Необходимо учитывать условия и требования проекта, а также консультироваться с опытными специалистами в области строительства и инженерии для определения наиболее эффективного метода реконструкции фундаментов.

Литература

1. Иорданян А.Н. Современные методы укрепления фундаментов на техногенных грунтах / А.Н. Иорданян, А.Н. Леонова, А.С. Прозорова // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2024. – № 4. – С. 29–39.
2. Спирин А.В. Анализ методов усиления ленточных фундаментов на глинистых грунтах при реконструкции зданий / А.В Спирин., А.С. Гришина // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. – 2017. – 250 с.
3. Применение ионного стабилизатора для укрепления грунта при реконструкции / А.Н. Леонова [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2024. – № 4. – С. 85–93.
4. Петрухина Н.Н. Совершенствование технологии усиления фундаментов при реконструкции // Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса: сб. статей Международной научно-практической конференции. – 2019. – 289 с.
5. Улицкий В.М. Геотехническое сопровождение реконструкции городов / В.М. Улицкий, А.Г. Шашкин. – СПб. : Стройиздат Северо-Запад, Геореконструкция, 2019. – 281 с.
6. Белый Д.А. Способы усиления фундаментов мелкого заложения / Д.А. Белый, А.Н. Леонова // В сборнике: Экологические, инженерно-экономические, правовые и управленческие аспекты развития строительства и транспортной инфраструктуры. Сборник статей Международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Институт строительства и транспортной инфраструктуры; ФГБОУ ВО «КубГТУ»; Международный центр инновационных исследований «OMEGA SCIENCE». – 2017. – С. 13–16.

References

1. Iordanyan A.N. Modern Methods of Foundation Reinforcement on Technogenic Soils / A.N. Iordanyan, A.N. Leonova, A.S. Prozorova // Electronic Network Polytematic Journal «Scientific Works of KubSTU». – 2024. – № 4. – P. 29–39.
2. Spirin A.V. Analysis of Methods for Reinforcing Strip Foundations on Clay Soils during the Reconstruction of Buildings / A.V. Spirin, A.S. Grishina // Modern Technologies in Construction. Theory and Practice. – 2017. – 250 p.
3. Application of an ionic stabilizer for soil reinforcement during reconstruction / A.N. Leonova [et al.] // Electronic network polythematic journal «Scientific Works of KubSTU». – 2024. – № 4. – P. 85–93.
4. Petrukhina N.N. Improvement of the technology of reinforcement of foundations during reconstruction // Actual problems and prospects of development of the construction complex: collection of articles of the International scientific and practical conference. – 2019. – 289 p.
5. Ulitsky V.M. Geotechnical support of urban reconstruction / V.M. Ulitsky, A.G. Shashkin. – SPb. : Stroyizdat North-West, Georeconstruction.
6. Bely D.A. Methods of Reinforcement of Shallow Foundations / D.A. Bely, A.N. Leonova // In the collection: Environmental, Engineering-Economic, Legal, and Managerial Aspects of the Development of Construction and Transport Infrastructure. Collection of Articles of the International Scientific and Practical Conference. Kuban State Technological University, Institute of Construction and Transport Infrastructure; Kuban State Technological University; International Center for Innovative Research «OMEGA SCIENCES». – 2017. – P. 13–16.

УДК 664.8:664.8.022.6

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ РЫБНОГО СЫРЬЯ

♦♦♦♦♦

DESIGNING THE QUALITY OF MULTI-COMPONENT FOOD SYSTEMS BASED ON WASTE-FREE FISH RAW MATERIAL PROCESSING TECHNOLOGY

Золотокопов Андрей Владимирович
аспирант,
Астраханский технический университет

Цибизова Мария Евгеньевна
доктор технических наук,
профессор,
Астраханский технический университет

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

Аннотация. Решение проблем качества и безопасности рыбной продукции находится в центре внимания производственников. Это обстоятельство приобретает особую актуальность при организации безотходной технологии, когда объектами переработки становится первичное и вторичное рыбное сырье. Целью работы является оценка особенностей совместного выращивания рыб двух пород, проектирование качества рыборастительной продукции, с использованием прудовых рыб, выращенных по рациональной технологии. Разработана безотходная технология переработки карпа и тиляпии. В работе представлена структурные схемы проектирования качества продуктов переработки прудовой рыбы, выращивания карпа и тиляпии в условиях замкнутого водоснабжения, безотходной переработки прудовых рыб и производства рыборастительного паштета. Разработана рецептура рыборастительного паштета, включающая мясо карпа и тиляпии, овощи, пищевые добавки и БАВ.

Ключевые слова: поликультурное выращивание рыб, карп, тиляпия, корма для рыб, рецептура паштета.

Zolotokopov Andrey Vladimirovich
Graduate Student,
Astrakhan Technical University

Tsibizova Maria Evgenievna
Doctor of Technical Sciences,
Professor,
Astrakhan Technical University

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

Annotation. Addressing the quality and safety of fish products is a key focus for producers. This is particularly important when implementing waste-free technology, where primary and secondary fish raw materials are processed. The aim of this study is to evaluate the specifics of co-farming two fish species and to design the quality of fish-based plant products using pond fish raised using sustainable technology. A waste-free technology for processing carp and tilapia has been developed. This study presents structural diagrams for designing the quality of pond fish products, carp and tilapia farming in a recirculating aquaculture system, waste-free pond fish processing, and the production of fish-based plant-based pate. A recipe for fish-based plant-based pate has been developed, including carp and tilapia meat, vegetables, food additives, and biologically active substances.

Keywords: polyculture fish farming, carp, tilapia, fish feed, pate recipe.

К проблеме контроля качества и безопасности многокомпонентных пищевых продуктов, созданных на основе безотходной технологии переработки первичного и вторичного рыбного сырья, привлечено внимание ученых и специалистов ведущих рыбохозяйственных школ страны.

Рыбоводы Воронежской области и Краснодарского края имеют опыт совместного выращивания в прудах рыб разных пород [1, 24]. Практически незаменимым источником белка при выращивании рыб является кормовая рыбная мука, которая содержит полноценный белок и минералы [2].

Перспективным объектом для выращивания и переработки считается тиляпия [3, 4, 11]. Контроль параметров кормления и выращивания прудовых рыб можно осуществлять с помощью искусственного интеллекта и использования программных модулей [5,6]. В состав рецептур рыборастительных паштетов входит мышечная ткань морских и прудовых рыб [7, 8]. Использование высокотехнологичных приемов при переработке рыбного сырья позволяет осуществлять практически безотходную поточную линию [9, 10, 18].

Технологические этапы изготовления рыборастительных видов продукции состоят из ряда инновационных технических приемов [12, 15]. Среди освоенных объектов аквакультуры особо выделяется карп, своей неприхотливостью к условиям выращивания [13]. При переработке вторичных рыбных ресурсов получают особо ценный продукт – ихтиожелатин [14]. Состав рыборастительных продуктов идеально соответствует требованиям к специализированным продуктам питания [16, 22].

При переходе перерабатывающей промышленности к принципам циркулярной экономики особую актуальность приобретают разработка ресурсосберегающих технологий переработки комбинированного рыбного и растительного сырья [17]. Астраханская область и Краснодарский край имеют уникальные возможности для существенного роста выращивания аквакультуры [19, 23].

Значительно снизить затраты на выращивание прудовых рыб можно с помощью устройств привлечения к поверхности воды летающих насекомых [20, 21]. Дополнительный прикорм рыб биомассой летающих насекомых позволяет интенсифицировать процесс выращивания рыбы, за счет включения в рацион питания «животного» белка.

Выполненный обзор научно-технической литературы по рациональному выращиванию и переработке прудовой рыбы, позволил выявить основные тенденции и возникающие проблемы.

С учетом мнения ведущих ученых и специалистов рыбохозяйственной отрасли, авторы разработали оригинальную структурную схему, с обоснованием интегрального коэффициента инновационных технологий. На рисунке 1 приведена структурная схема проектирования качества продуктов переработки прудовой рыбы.

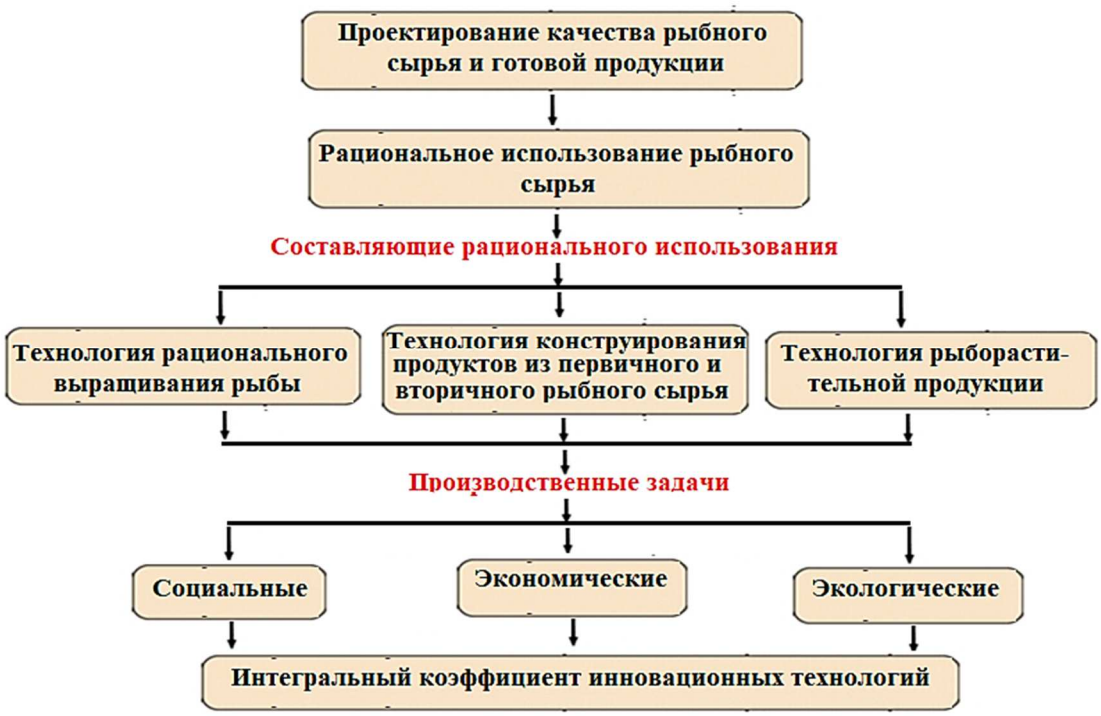


Рисунок 1 – Структурная схема проектирования качества продуктов переработки прудовой рыбы

Как видно из данных рисунка 1, интегральный коэффициент проектирования качества продуктов переработки прудовой рыбы зависит от составляющих рационального использования сырья и производственных задач.

Авторам кажется привлекательной идея совместного выращивания в одном водоеме карпа и тиляпии, что позволяет рационально использовать кормовой рацион рыб. Известно, что тиляпия может использовать в пищу отложения придонного ила и наросты на стенках водоемов.

Кроме совместного выращивания рыб в прудовой поликультуре, авторы предложили схему выращивания карпа и тиляпии в условиях замкнутого водоснабжения.

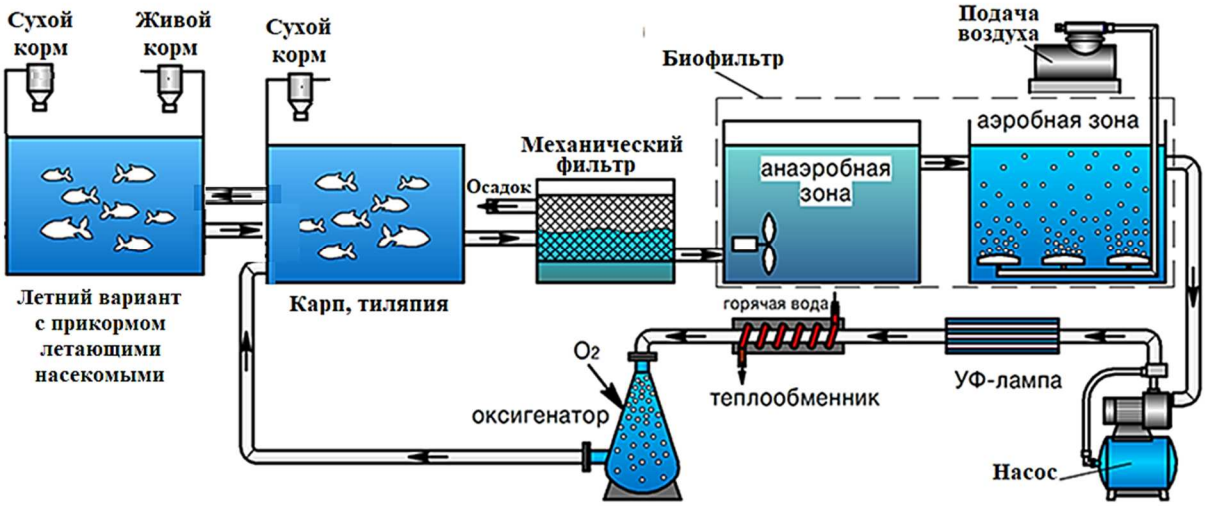


Рисунок 2 – Схема выращивания карпа и тиляпии в условиях замкнутого водоснабжения

На рисунке 2 видно, что в условиях ЗВС организована тщательная очистка, обеззараживание и подготовка воды, в которой растут карпы и тиляпия. Особое внимание уделяется составу кормовых смесей. Весьма привлекательной является идея прикорма рыб в летний период биомассой летающих насекомых.

На рисунке 3 показано устройство для подачи в корм рыбам летающих насекомых.

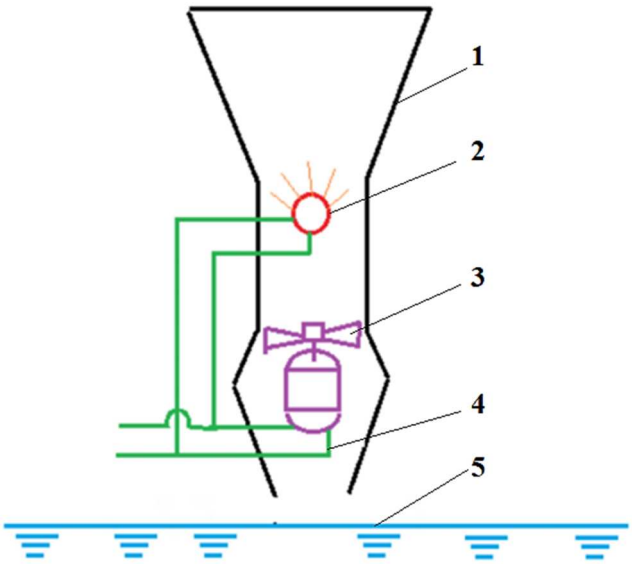


Рисунок 3 – Устройство для подачи в корм рыбам летающих насекомых:
1 – прозрачный корпус светоэлектрической ловушки;
2 – светильник для привлечения к пруду летающих насекомых;
3-вентиллятор; 4 – электропитание от аккумулятора 12 в,
с зарядкой от солнечной батареи; 5 – поверхность пруда

Светоэлектрические ловушки устанавливаются над поверхностью пруда на выдвижных консолях и включаются в вечернее и ночное время. На прозрачный корпус установки нанесены люминофоры, пропускающие световой поток в области спектра 350–420 нм. Привлеченные светом насекомые затягиваются вентиллятором внутрь корпуса, оглушаются лопастями и падают на поверхность пруда, где поедаются рыбой.

В таблице 1 приведен состав отечественного корма для рыб.

Показанная на рисунке 4 структурная схема иллюстрирует этапы безотходной переработки прудовых рыб карпа и тиляпии.

На рисунке 5 приведена структурная схема производства рыборастительного паштета.

Таблица 1 – Кормовая смесь для интенсивного выращивания карпа и тиляпии

Компоненты	Содержание, %
Криопорошок смеси: тростник: рогоз: ряска 1:1:1	29
Подсолнечный шрот	36
Соевый шрот	14
Кормовые дрожжи	4
Кормовая рыбная мука	9
БАД «Экостимул 2»	2,8
Смесь микроэлементов на основе крахмала (I_2, Co, Mn, Se, Zn)	0,196
CO_2-экстракт аниса	0,004
Подсолнечное масло	5



Рисунок 4 – Структурная схема безотходной переработки прудовых рыб



Рисунок 5 – Структурная схема производства рыборастительного паштета

В таблице 2 приведена рецептура рыборастительного паштета.

Таблица 2 – Рецептура рыборастительного паштета

Вид сырья	Массовая доля компонентов, %
Фарш из мяса карпа, тиляпии	34
Бататовое пюре	11
Морковь	9
Рыбная криопищевая мука	8
Молоко, 1,5 % жирности	10
Сливочное масло	4
CO_2-экстракт семян винограда	1,5
CO_2-шрот семян винограда	6
Лук шалот	7
Соль пищевая	0,6
Легкая вода	до 100 %
Пряности и вспомогательные материалы, %	
CO_2-экстракт перца черного	0,004
Экстракт луковой шелухи	1,3
Юглон	0,3

Как видно из данных таблицы 2, в состав рецептуры паштета входит экологически чистое рыбное и овощное сырье. Включение в состав рецептуры пищевой рыбной муки, полученной из рыбных костей с прирезями мяса, позволило обогатить состав дополнительным белком, легкодоступными кальцием и фосфором. Органолептическая оценка подтвердила высокое качество изготовленного продукта.

Заключение. В соответствии с поставленной целью исследования, в работе описаны инновационные приемы и новые технические решения по разработке и внедрению технологии выращивания и переработки карпа и тиляпии. Установлено, что использование в кормах для рыб биомассы летающих насекомых приводит к получению экологически чистой и безопасной продукции. В работе представлена структурные схемы проектирования качества продуктов переработки прудовой рыбы, выращивания карпа и тиляпии в условиях замкнутого водоснабжения, безотходной переработки прудовых рыб и производства рыборастительного паштета. В состав рецептуры паштета включено мясо карпа и тиляпии, овощи, пищевые добавки и БАВ.

Литература

1. Антипова Л.В. Рациональное использование прудовых рыб поликультурного выращивания – вектор развития производства высококачественных рыбопродуктов / Л.В. Антипова, Е.С. Попов // Новые технологии. – 2023. – Т. 19. – № 3. – С. 14–26.
2. О путях повышения качества кормовой рыбной муки для нужд аквакультуры в Российской Федерации / Р.В. Артемов [и др.] // Труды ВНИРО. – 2019. – Т. 176. – С. 152–159.
3. Технология многокомпонентных пастообразных продуктов на основе фарша тиляпии / О.П. Дворянинова [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2021. – № 1. – С. 16–22.
4. Сравнительный анализ пищевой и биологической ценности мяса тилапий, выращенных в условиях аквакультуры России и Китая / О.П. Дворянинова [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2021. – № 1. – С. 8–15. DOI: 10.24412/2311-6447-2021-1-08-15
5. 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.
6. Золотокопов А.В. Применение программных модулей для обработки показателей качества пищевых добавок / А.В. Золотокопов, Е.В. Иночкина, З.А. Яралиева // В сборнике: Современные проблемы цивилизации и устойчивого развития в информационном обществе. Сборник материалов XI Международной научно-практической конференции. – М., 2022. – С. 114–119.

7. Использование морских видов рыб в рыборастительных паштетах / С.В. Золотокопова [и др.] // В сборнике: Балтийский морской форум. Материалы VII Международного Балтийского морского форума : в 6-ти т. – 2019. – С. 41–45.
8. Моделирование рецептур рыборастительных паштетов по жирнокислотному составу / С.В. Золотокопова [и др.] // В сборнике: Эксклюзивные технологии производства мясных, молочных и рыбных продуктов. Материалы Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 120–123.
9. Высокотехнологичные приемы переработки рыбного сырья, выращенного в Астраханской области / С.В. Золотокопова [и др.] // Вестник Астраханского государственного технич. университета. Серия: рыбное хозяйство. – 2021. – № 4. – С. 134–144.
10. Касьянов Г.И. Технологические особенности переработки вторичных рыбных ресурсов / Г.И. Касьянов, А.А. Дядюн // В сборнике материалов VI Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию кафедры общественного питания и сервиса и в рамках Десятилетия науки и технологий «Инновации в индустрии питания и сервисе». – Краснодар, 2025. – С. 57–59.
11. Костюрина А.Н. Некоторые аспекты моделирования роста тимирязевской тиляпии // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. – 2014. – 4 с.
12. Лебедева Е.Ю. Инновационные технологии переработки комбинированного рыбного и растительного сырья / Е.Ю. Лебедева, Г.И. Касьянов // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2022. – № 2(74). – С. 24–30.
13. Моргулев С.К. Сравнительная оценка кроссов карпа по биохимическим показателям / С.К. Моргулев, Г.И. Пронина, О.В. Алимкина // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2024. – № 4. – С. 107–113. – URL : https://doi.org/10.24143/2073-5529-2024-4-107-113
14. Получение коллагенсодержащей ихтиосубстанции из вторичных рыбных ресурсов / Д.В. Олдырев [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2023. – № 3. – С. 182–198. – URL : https: //doi.org/10.36107/spfp.2023.451
15. Патент на промышленный образец RU 143611, Схема «Этапы производства рыборастительного паштета» / Г.И. Касьянов, М.Н. Синякова. Заявка от 19.04.2024, опубл. 04.09.2024.
16. Савицких Н.Б. Основные принципы питания людей в условиях низких температур / Н.Б. Савицких, Э.Ю. Мишкевич, Г.И. Касьянов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 2. – С. 162–173.
17. 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.
18. Совершенствование технологии и оборудования для получения костной рыбной добавки / Ю.А. Фатыхов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2022. – № 1(385). – С. 72–76. DOI: 10.26297/0579-3009.2022.1.14
19. Ходоревская Р.П. Современное состояние и перспективы воспроизводства водных биологических ресурсов для промышленной аквакультуры в Астраханской области / Р.П. Ходоревская, С.О. Некрасова // Вестник Астраханского государств. технич. ун-та. Серия: Рыбное хозяйство. – 2019. – № 3. – С. 107–116.
20. Черданцев В.П. Экономическая целесообразность использования насекомых на корма при разведении объектов аквакультуры // Московский экономический журнал. – 2023. – № 3. – С. 243–249. DOI 10/55186/2413046X_2023_8_3_108
21. Использование биомассы насекомых для выращивания радужной форели в аквакультуре (краткий обзор зарубежной литературы) / И.Г. Шайхиев [и др.] // Вестник Астраханского государств. технич. ун-та. Серия Рыбное хозяйство. – 2021. – № 1. – С. 69–80. DOI 10/24143/2073-5529-2021-1-69-81
22. 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.
23. Яркина Н.Н. Эффективность управления рыбохозяйственной деятельностью через призму отраслевой специфики (предпринимательский уровень) // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. – 2023. – № 4. – С. 374–381. DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.035
24. Abramchuk A. Joint cultivation of sturgeon and tilapia in cages on small rivers (Krasnodar territory) / A. Abramchuk, G. Moskul, N. Pashinova // In the collection: BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference «Development and Modern Problems of Aquaculture» (AQUACULTURE 2023). EDP Sciences. – 2024. – P. 01060.

References

1. Antipova L.V. Rational Use of Pond Fish in Multicultural Farming: A Vector for the Development of High-Quality Fish Products / L.V. Antipova, E.S. Popov // New Technologies. – 2023. – Vol. 19. – № 3. – P. 14–26.
2. On ways to improve the quality of feed fish meal for the needs of aquaculture in the Russian Federation / R.V. Artemov [et al.] // Proceedings of VNIRO. – 2019. – Vol. 176. – P. 152–159.
3. Technology of multicomponent pasty products based on tilapia mince / O.P. Dvoryaninova [et al.] // Technologies of food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products. – 2021. – № 1. – P. 16–22.
4. Comparative analysis of the nutritional and biological value of tilapia meat grown in aquaculture conditions in Russia and China / O.P. Dvoryaninova [et al.] // Technologies of food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products. – 2021. – № 1. – P. 8–15. DOI: 10.24412/2311-6447-2021-1-08-15
5. Zolotokopov A.V. A systems approach to the use of artificial intelligence control functions in the food industry / A.V. Zolotokopov, S.V. Zolotokopova, ES Torosyan // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2025. – № 2. – P. 72–78.
6. Zolotokopov A.V. Application of software modules for processing quality indicators of food additives / A.V. Zolotokopov, E.V. Inochkina, Z.A. Yaralieva // In the collection: Modern problems of civilization and sustainable development in the information society. Collection of materials of the XI International scientific and practical conference. – M., 2022. – P. 114–119.
7. Use of marine fish species in fish-vegetable pates / S.V. Zolotokopowa [et al.] // In the collection: Baltic Maritime Forum. Proceedings of the VII International Baltic Maritime Forum : in 6 vol. – 2019. – P. 41–45.
8. Modeling of fish-vegetable pate recipes based on fatty acid composition / S.V. Zolotokopowa [et al.] // In the collection: Exclusive technologies for the production of meat, dairy and fish products. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. – 2019. – P. 120–123.
9. High-tech methods for processing raw fish grown in the Astrakhan region / S.V. Zolotokopowa [et al.] // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: fisheries. – 2021. – № 4. – P. 134–144.
10. Kasyanov G.I. Technological features of processing secondary fish resources / G.I. Kasyanov, A.A. Dyadyun // In the collection of materials of the VI International scientific and practical conference dedicated to the 40th anniversary of the Department of Public Catering and Service and within the framework of the Decade of Science and Technology «Innovations in the Food Industry and Service». – Krasnodar, 2025. – P. 57–59.
11. Kostyurina A.N. Some aspects of growth modeling of Timiryazev tilapia // Fundamental and applied research: problems and results. – 2014. – 4 p.
12. Lebedeva E.Yu. Innovative technologies for processing combined fish and plant raw materials / E.Yu. Lebedeva, G.I. Kasyanov // Bulletin of Astrakhan State Technical University. – 2022. – № 2 (74). – P. 24–30.
13. Morgulev S.K. Comparative evaluation of carp crosses by biochemical parameters / S.K. Morgulev, G.I. Pronina, O.V. Alimkina // Bulletin of Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries. – 2024. – № 4. – P. 107–113. – URL : https://doi.org/10.24143/2073-5529-2024-4-107-113
14. Obtaining collagen-containing ichthyosubstance from secondary fish resources / D.V. Oldyrev [et al.] // Storage and processing of agricultural raw materials. – 2023. – № 3. – P. 182–198. – URL : https: //doi.org/10.36107/spfp.2023.451
15. Patent for industrial design RU 143611, Scheme «Stages of production of fish-vegetable pate» / G.I. Kasyanov, M.N. Sinyakova. Application dated 19.04.2024, published 04.09.2024.
16. Savitskikh N.B. Basic principles of human nutrition in low-temperature conditions / N.B. Savitskikh, E.Yu. Mishkevich, G.I. Kasyanov // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2025. – № 2. – P. 162–173.
17. 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.
18. Improving the technology and equipment for producing fish bone supplements / Yu.A. Fatykhov [et al.] // News of higher educational institutions. Food technology. – 2022. – № 1(385). – P. 72–76. DOI: 10.26297/0579-3009.2022.1.14
19. Khodorevskaya R.P. Current State and Prospects for Reproduction of Aquatic Biological Resources for Industrial Aquaculture in the Astrakhan Region / R.P. Khodorevskaya, S.O. Nekrasova // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries. – 2019. – № 3. – P. 107–116.

20. Cherdantsev V.P. Economic Feasibility of Using Insects as Feed for Breeding Aquaculture Objects // Moscow Economic Journal. – 2023. – № 3. – P. 243–249. DOI 10/55186/2413046X_2023_8_3_108
21. Using insect biomass for growing rainbow trout in aquaculture (a brief review of foreign literature) / I.G. Shaikhiev [et al.] // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Fisheries Series. – 2021. - № 1. – P. 69–80. DOI 10/24143/ 2073-5529-2021-1-69-81
22. Sheykina E.V. Features of the lifestyle and diet of people engaged in intellectual work and those leading a sedentary lifestyle / E.V. Sheykina, V.N. Savin, G.I. Kasyanov // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2025. – № 2. – P. 188–196.
23. Yarkina N.N. Efficiency of fisheries management through the prism of industry specifics (entrepreneurial level) // Bulletin of the Kerch State Marine Technological University. – 2023. – № 4. – P. 374–381. DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.035
24. Abramchuk A. Joint cultivation of sturgeon and tilapia in cages on small rivers (Krasnodar territory) / A. Abramchuk, G. Moskul, N. Pashinova // In the collection: BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference «Development and Modern Problems of Aquaculture» (AQUACULTURE 2023). EDP Sciences. – 2024. – P. 01060.

УДК 656

ПРОБЛЕМА ОБЪЕДИНЕНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ И ТРАНСПОРТА ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ЕДИНУЮ СИСТЕМУ НА ПРИМЕРЕ Г. КРАСНОДАРА

♦♦♦♦♦

THE PROBLEM OF COMBINING INDIVIDUAL MOBILITY AND PUBLIC TRANSPORTATION INTO A SINGLE SYSTEM IS ILLUSTRATED BY THE EXAMPLE OF KRASNODAR

Изюмский А.А.
Кубанский государственный технологический университет

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 авторами рассматриваются проблемы объединения с СИМ и транспорта общего пользования единую систему на примере г. Краснодара. Предлагаем объединить маршрутизацию и оплату в едином приложении с функцией резервирования электросамокатов. Данное решение позволит пользователям сократить время в пути за счёт замены пешеходных сегментов на поездки на средствах индивидуальной мобильности. Реализация системы направлена на повышение эффективности городской транспортной инфраструктуры и оптимизацию личной мобильности жителей.

Ключевые слова: средства индивидуальной мобильности (СИМ), интегрированная система, городская мобильность, Краснодар, общественный транспорт, кикшеринг, маршрутизация.

Izyumsky A.A.
Kuban State Technological University

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 considers the possibility of implementing an integrated «Public transport + Personal mobility vehicles» system in Krasnodar. We propose combining routing and payment in a single application with a function for reserving electric scooters. This solution will allow users to reduce travel time by replacing pedestrian segments with trips on personal mobility vehicles. The system implementation is aimed at improving the efficiency of urban transport infrastructure and optimizing the personal mobility of residents.

Keywords: personal mobility vehicles (PMV), integrated system, urban mobility, Krasnodar, public transport, kick-sharing, routing.

На сегодняшний день средства индивидуальной мобильности обрели широкую популярность среди пользователей. В городе Краснодаре, в связи со сложной дорожной ситуацией некоторые используют СИМ как основное транспортное средство. Так как СИМ могут передвигаться по велодорожкам, тротуарам и правому краю проезжей части в часы пик данное ТС оказывается быстрее автомобиля.

Сегодня в г. Краснодаре представлены 3 кикшеринговые компании: Яндекс Go, Whoosh и Юрент, каждый из который даёт возможность арендовать транспортное средство с поминутной оплатой. Цена за поездку напрямую зависит от времени движения на электросамокате, поэтому иногда стоимость выходит по цене такси. Чаще всего пользователи используют смешанную перевозку: общественный транспорт + СИМ, когда расстояние от остановки до пункта назначения необходимо пройти пешком, его могут заменить на средство индивидуальной мобильности, сокращая время движения в 4 раза [1].

В настоящий момент не существует интегрированного решения «Общественный транспорт + СИМ» в городе Краснодаре, пользователь лишь может посмотреть, где находится электросамокат, установить приложение и взять его в аренду. Карты не

предлагают маршрут, включая в него СИМ, это приходится смотреть отдельно.

В некоторых европейских странах СИМ интегрировано в транспортную структуру. Пользователь может оплатить всю поездку целиком. К примеру, зайдя в приложение, пользователь оплачивает проезд на общественном транспорте и на СИМ сразу, резервируя транспортное средство под себя. Другой пользователь уже не сможет взять в аренду данное ТС, оно просто не будет отображаться в приложении как активное. Данное решение позволяет экономить пользователю время на поиск электросамоката и снижает стоимость общей поездки, так как сумма складывается только из времени в пути [2].

В городе Краснодаре можно применить похожее решение интеграции. Пользователю будет предложен маршрут на общественном транспорте, а остаток пути, который пользователь обычно проходит пешком, заменён на средство индивидуальной мобильности. На карте будет показано, где находится СИМ и пользователь сразу сможет зарезервировать его под себя. Деньги за резерв не будут списываться с пользователя на протяжении определённого времени, списание средств начнётся только с того момента, как пользователь встанет на электросамокат [3].

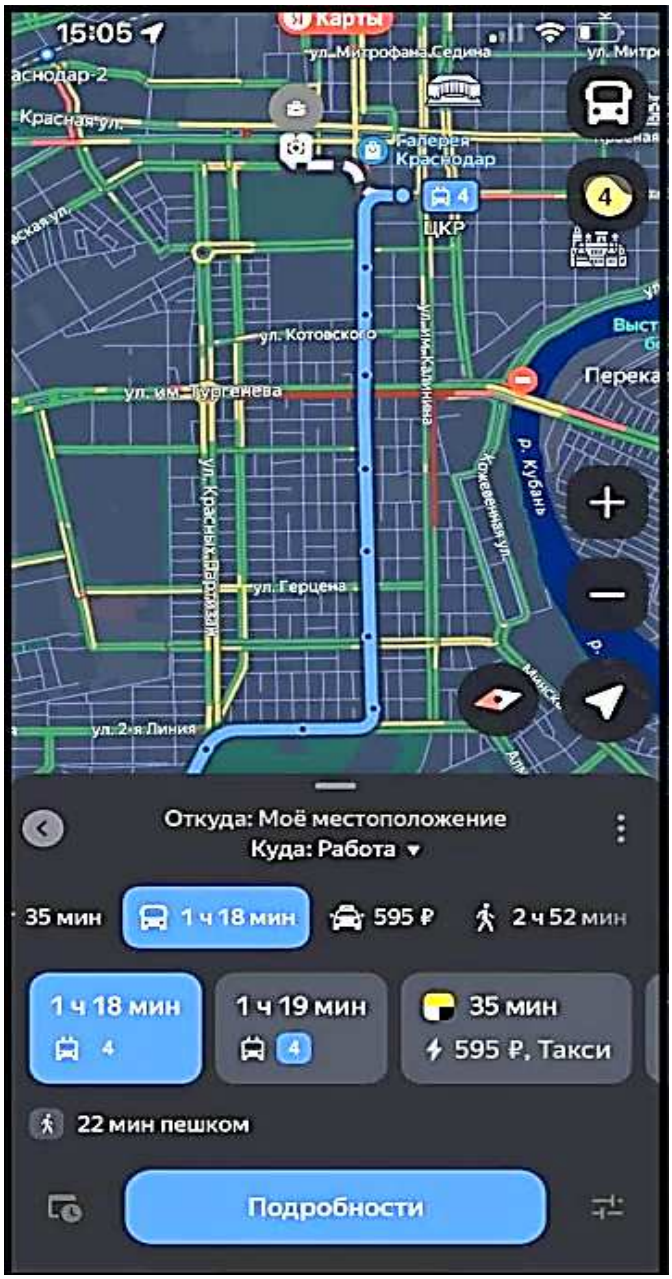


Рисунок 1 – Пример маршрута для интеграции «Общественный транспорт + СИМ»

На рисунке 1 изображён пример, куда можно было бы внедрить данную систему. Маршрут от остановки ЦКР до улицы Красной, д. 135 занимает 18 минут пешком, вместо этого пользователь может зарезервировать электросамокат и проехать остаток пути за 5 минут, что сократит время до конечного пункта назначения.

Данная система интеграции поможет эффективно использовать функционал городского транспорта и снижать время в пути для каждого жителя города.

Литература

1. Анализ рынка кикшеринга в России 2023: отчёт / Агентство «Транспортные решения». – М. : Транспортные решения, 2023. – 89 с.
2. Integrated Mobility Systems in Smart Cities: PhD thesis / P. Johnson; Delft University of Technology. – Delft, The Netherlands, 2022. – 245 p.
3. Петров С.И. Совершенствование организации городских пассажирских перевозок с использованием средств индивидуальной мобильности: дис. канд. техн. наук: 05.22.10 / С.И. Петров; ФГБОУ ВО «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II». – М., 2021. – 218 с.

References

1. Analysis of the Kick-sharing Market in Russia 2023: report / Agency «Transport Solutions». – M. : Transport Solutions, 2023. – 89 p.
2. Integrated Mobility Systems in Smart Cities: PhD thesis / P. Johnson; Delft University of Technology. – Delft, The Netherlands, 2022. – 245 p.
3. Petrov S.I. Improvement of Urban Passenger Transportation Organization Using Personal Mobility Vehicles: diss. Cand. tech. sci.: 05.22.10 / S.I. Petrov; Moscow State University of Railway Engineering of Emperor Nicholas II. – M., 2021. – 218 p.

УДК 656

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «НОВАЯ ЛОГИСТИКА»

♦♦♦♦♦

THE ANALYSIS OF THE MAIN FACTORS OF OCCURRENCE OF ROAD ACCIDENTS ON THE EXAMPLE OF THE ENTERPRISE OOO «NEW LOGISTICS»

Коновалова Т.В.
Кубанский государственный технологический университет

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

Леонова И.О.
Кубанский государственный технологический университет

Тыргалов К.В.
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В статье авторами рассмотрены основные причины возникновения дорожно-транспортных происшествий на примере транспортной компании ООО «Новая логистика». Исследование охватывает как внутренние, так внешние причины аварийности, включая организационные, технические и человеческие факторы. В результате исследования были выделены ключевые проблемы требующие решения.

Ключевые слова: дорожно-транспортное происшествие (ДТП), водитель, безопасность, дорога, транспортное предприятие.

Konovalova T.V.
Kuban State Technological University

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

Leonova I.O.
Kuban State Technological University

Targalov K.V.
Kuban State Technological University

Annotation. In the article, the authors consider the main causes of road accidents using the example of the transport company OOO Novaya Logistika. The study covers both internal and external causes of accidents, including organizational, technical and human factors. As a result of the research, key problems requiring solutions have been identified.

Keywords: traffic accident, driver, safety, road, transport company.

Без автомобильного транспорта сегодня сложно представить экономику России: именно он обеспечивает стране стабильность и дает импульс для развития. Машины добираются практически в любой уголок, будь то далекие поселки или труднодоступные районы, перевозя грузы и людей. Часто именно автодороги остаются единственной ниточкой, связывающей регионы, что подчеркивает их стратегическую незаменимость. Но у этой мобильности есть и обратная, тревожная сторона – аварийность. Дороги, к сожалению, остаются местом, где происходит множество ДТП. Хотя статистика ГИБДД и показывает некоторое улучшение с 145073 происшествий в 2020 году до 132037 в 2024, и это дает надежду, общая картина по сравнению с другими развитыми странами все еще далека от идеальной. Большинство ДТП (около 79 %) происходит в пределах населенных пунктов, что объясняется высокой плотностью транспортных потоков, сложными дорожными условиями и множеством потенциальных конфликтных точек на городских перекрестках. Оставшиеся 21 % аварий случаются на загородных трассах, однако их последствия зачастую более серьёзны, так как именно за пределами городов фиксируется до 70 % всех смертельных случаев в ДТП. На рисунке 1 изображено распределение дорожно-транспортных происшествий по местоположению.

Особое внимание привлекают аварии с участием грузовых автомобилей, которые составляют примерно 8 % от общего числа ДТП. Несмотря на относительную редкость, такие происшествия имеют более тяжёлые последствия из-за высокой массы и размеров транспортных средств. Для сравнения, легковые автомобили участвуют в 85 % всех аварий. Распределение ДТП по типу транспортного средства, представлено на рисунке 2. Таким образом, грузовой автотранспорт занимает второе место по количеству ДТП после легковых автомобилей, что подчёркивает необходимость усиленного контроля и повышения квалификации водителей грузовых транспортных средств [1].

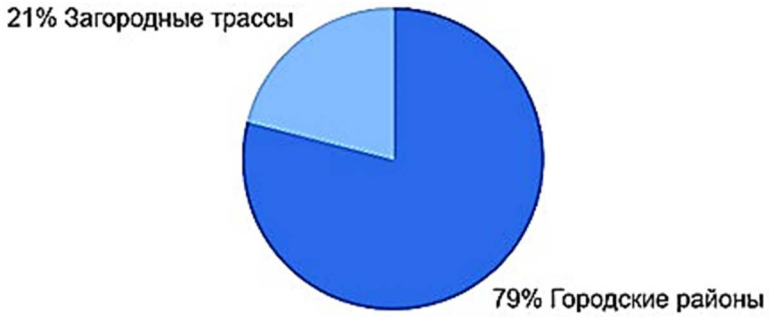


Рисунок 1 – Распределение дорожно-транспортных происшествий по местоположению

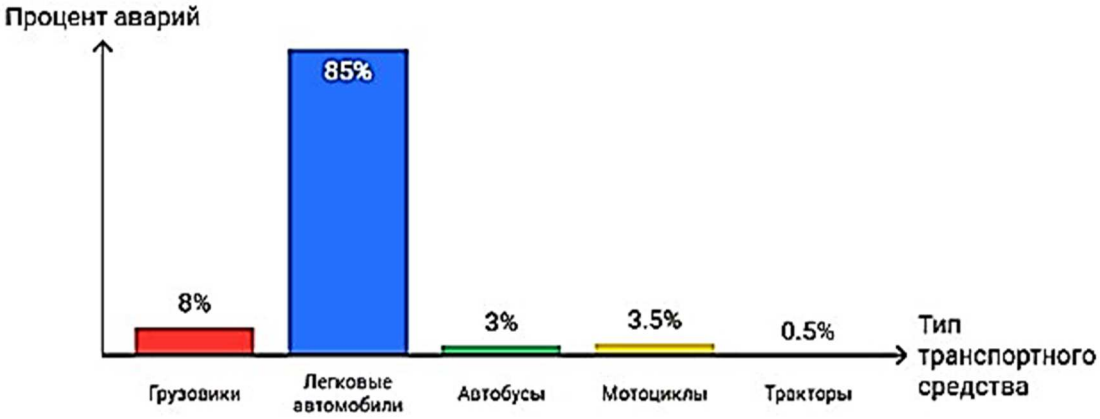


Рисунок 2 – Распределение дорожно-транспортных происшествий по типу транспортного средства

В связи с этим, особую актуальность приобретает задача оценки и развития профессионально-важных качеств водителей, от которых напрямую зависит безопасность дорожного движения, снижение аварийности и сохранение жизни участников дорожного движения. Для эффективного управления безопасностью движения необходимо проводить регулярный анализ аварийности на предприятии, что позволяет выявить основные причины аварий, оценить их тяжесть и разработать мероприятия по снижению аварийности.[2]

Рассмотрим основные причины возникновения дорожно-транспортных происшествий на примере ООО «Новая Логистика». Общество с ограниченной ответственностью «Новая логистика» – это активно развивающаяся транспортно-логистическая компания, осуществляющая грузовые перевозки по территории Российской Федерации. Организация специализируется на FTL-перевозках (полная загрузка транспортного средства от одного заказчика) и доставке последней мили — конечном этапе логистической цепочки, обеспечивающем доставку продукции до торговых точек, пунктов выдачи заказов и конечных потребителей.

Согласно данным ООО «Новая Логистика», на предприятии зарегистрировано 14 случаев ДТП за период с октября 2024 года по март 2025 года. Несмотря на относительно небольшое количество аварий, их анализ позволяет выявить ряд закономерностей и проблем. Картина происшествий за отчетный период оказалась неоднородной: наряду с мелкими столкновениями фиксировались и более крупные ДТП. Такой разброс лишь подтверждает: для реального повышения безопасности на предприятии нужен всесторонний подход. Большая доля вины за аварии, как показывает практика, лежит на самих водителях, пренебрегающих ПДД. Это ставит перед руководством задачу не только скорректировать существующие регламенты безопасности, но и найти способы более пристально следить за действиями водителей, учитывая специфику работы в мегаполисах и на междугородних трассах.

В ходе исследования удалось вычленить ряд ключевых моментов, которые чаще всего приводят к ДТП на данном предприятии. Понимание этих факторов – первый шаг к их нейтрализации через продуманные и целенаправленные действия.

Основные причины аварий на предприятии, представленные на рисунке 3, включают в себя следующие категории нарушений:

– несоблюдение безопасного бокового интервала (4 случая, 28,6 %);
– не предоставление преимущества (3 случая, 21,4 %);
– наезд на препятствие при движении задним ходом (3 случая, 21,4 %);
– несоблюдение дистанции (1 случай, 7,1 %);
– наезд на внезапно возникшее препятствие (1 случай, 7,1 %);
– другие менее распространенные причины (1 случай, 7,1 %).

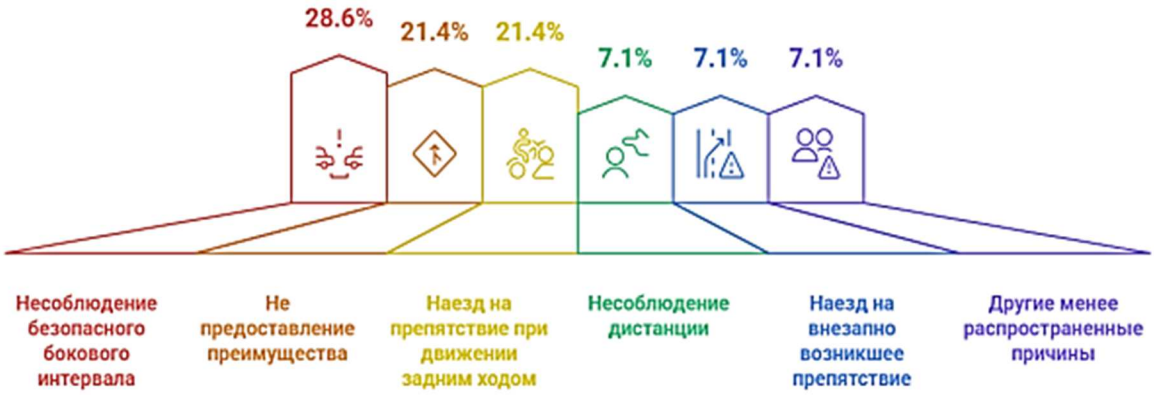


Рисунок 3 – Основные причины ДТП на предприятии

Наиболее часто встречающейся причиной является несоблюдение безопасного бокового интервала, что может быть связано с рядом факторов, включая недостаточную внимательность водителей, неправильную оценку габаритов транспортных средств, низкий уровень подготовки к маневрированию в условиях ограниченного пространства, а также стрессовые ситуации, возникающие в плотном городском потоке. Часто такие нарушения происходят на узких участках дорог, в зонах с ограниченной видимостью или при резком изменении дорожной обстановки. Анализ виновности в происшествиях выявляет четкую тенденцию. Большая доля ответственности (71 %) приходится на собственных водителе предприятия. Стоит отметить, что подобное распределение – не редкость для сферы автоперевозок, где ошибки людей остаются ключевой причиной аварий Подтверждением тому служат и данные по компании: в десяти и четырнадцати зафиксированных ДТП виновными были признаны именно е сотрудники. Такой расклад однозначно указывает на потребность непрерывном обучении персонала, целенаправленном развитии и профессиональных навыков и более жестком контроле за соблюдение дорожных правил. В результате можно ожидать не только уменьшения аварийности, но формирования более ответственного стиля вождения, что сведет к минимум вероятность ДТП. Тем не менее, пятая часть инцидентов (29 %) произошла не по вине сотрудников компании, и этот факт также заслуживает пристального изучения со стороны управленцев. Ведь здесь могли сыграть свою роль и плохо состояние дорог, и резкие изменения в дорожной обстановке, и погодны сюрпризы, и промахи других участников движения. Это подчёркивает важность комплексного подхода к обеспечению безопасности, включающего не только подготовку водителей, но и мониторинг маршрутов, прогнозирование дорожных рисков и использование современны систем предупреждения ДТП. Места аварий также являются важным фактором для анализ Наибольшее количество ДТП было зафиксировано в Краснодаре, по Дружелюбный (2 случая), что может быть связано с высокой интенсивность движения на этой территории и сложными условиями маневрирования. Остальные аварии произошли в различных точках Краснодарского края включая как городские, так и сельские районы. Такое распределение отображено на рисунке 4, оно свидетельствует о гео-

графической вариативности инцидентов, что характерно для большинства транспортных компаний с широкой сетью маршрутов.

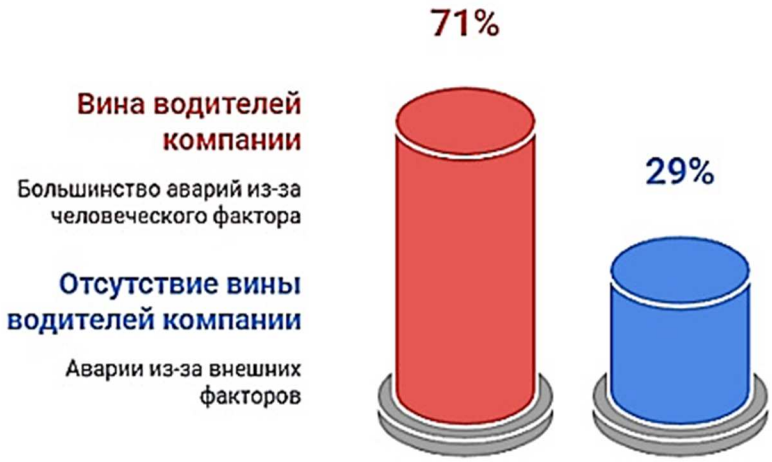


Рисунок 4 – Распределение ДТП по виновности водителей

Дороги не всегда идеальны: узкие участки, сложные транспортные узлы плотный трафик или просто некачественное покрытие – все это факторы, которые могут спровоцировать аварию. Чтобы минимизировать такие риски необходимо не только тщательно планировать каждый рейс, но и постоянно совершенствовать навыки водителей через специализированные тренинги. Несмотря на то, что ООО «Новая Логистика» не входит в число лидеров по количеству ДТП, анализ выявил характерные для отрасли проблемы ошибки с боковым интервалом, неаккуратное маневрирование и недостаточна оценка дорожной ситуации. Чаще всего за этим стоит человеческий фактор, что указывает на необходимость системного подхода к развитию у водителей таких качеств, как внимание, скорость реакции, стрессоустойчивость и координация. При этом нельзя игнорировать и внешние условия – состояние дорог, погодны неурядицы, городские заторы. Следовательно, для кардинального улучшения ситуации с аварийностью требуется комплексный подход: от повышения квалификации водительского состава и модернизации транспортных средств до внедрения современных систем содействия водителю, усиления контроля за ПДД и детального анализа логистических цепочек. Именно такой набор поможет уменьшить роль человеческой ошибки, повысить безопасность на дорогах и обеспечить компании стабильную работу в условиях жесткой рыночной конкуренции [3]. Для комплексной оценки ситуации необходимо учитывать не только количество и причины ДТП, но и такие факторы, как возраст водителей, их стаж работы, особенности маршрутов и внешние условия эксплуатации транспортных средств.

Согласно данным компании, средний возраст водителей составляет 36 лет, что типично для автотранспортных предприятий. Возрастной диапазон сотрудников варьируется от 20 до 59 лет, что позволяет выделить несколько ключевых групп:

– молодые водители (до 30 лет) – обладают высокой физической выносливостью и быстрой реакцией, но могут испытывать недостаток опыта;

– водители среднего возраста (от 30 до 45 лет) – наиболее стабильна категория с оптимальным сочетанием опыта и физических возможностей;

– старшие водители (от 45 лет и старше) – имеют значительный опыт, могут сталкиваться с проблемами здоровья и сниженной реакцией.

Роль возраста в профессиональной деятельности водителей представлено на рисунке 5. Медианный возраст водителей составляет 36 лет, что указывает на преобладание сотрудников в самом расцвете профессиональной карьеры. Тем не менее, распределение по возрасту свидетельствует о необходимости учёта физиологических особенностей разных возрастных групп при планировании рабочих смен и маршрутов.

Анализ стажа водителей показал, что средний срок работы н предприятии составляет 10,6 месяцев. Это относительно небольшой показатель, что может быть связано с несколькими факторами:

– высокая текучесть кадров, характерная для транспортных предприятий;
– активное расширение автопарка и привлечение новых сотрудников;
– начальный этап карьерного роста многих водителей.

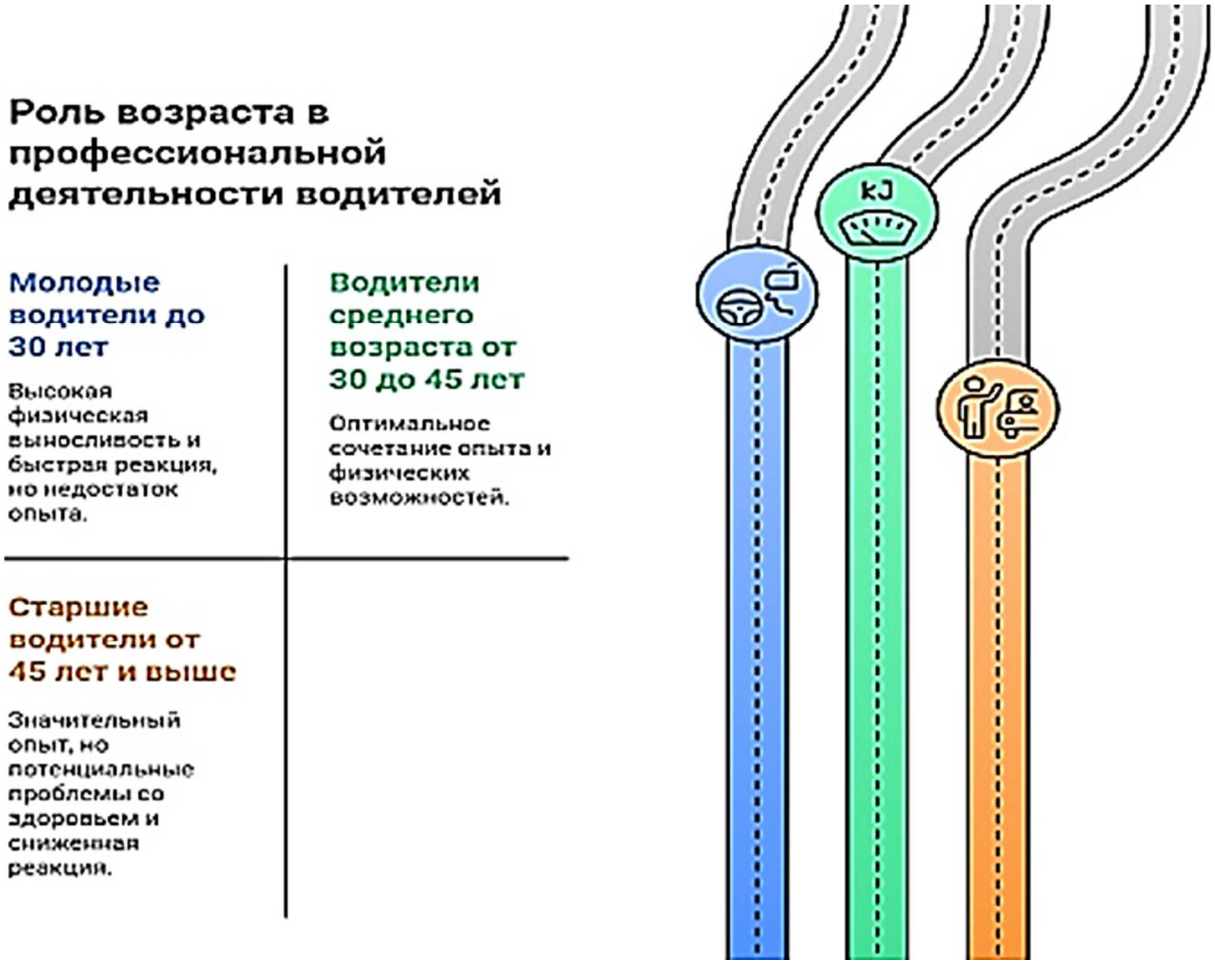


Рисунок 5 – Роль возраста в профессиональной деятельности водителей

Большинство водителей (75 %) имеют стаж не более 11 месяцев, что подтверждает недавнее расширение штата компании. Максимальный стаж среди сотрудников – 36 месяцев (3 года), что свидетельствует о наличии опытных водителей, способных передавать свои знания и навыки новичкам.

Анализ данных показал, что водители с минимальным стажем (до 6 месяцев) более подвержены риску аварий, так как им не всегда хватает опыта для быстрой оценки дорожной ситуации и принятия верных решений в сложных условиях. Если молодые сотрудники, обладая хорошей реакцией, иногда неверно оценивают опасность и свои навыки, то для водителей со значительным стажем характерны ошибки, вызванные усталостью, эффектом выгорания или временным снижением концентрации внимания [4].

Таким образом, анализ основных факторов возникновения ДТП на примере ООО «Новая логистика» показал, что аварийность обусловлена комплексом различных причин. Внутренние факторы, такие как недостаточная подготовка водителей, человеческий фактор, недостаточный контроль за соблюдением ПДД, а также внешние факторы, такие как состояние дорожной инфраструктуры и погодные условия играют значительную роль в повышении рисков возникновения ДТП. Анализ статистических данных о ДТП на предприятии подтвердил необходимость внедрения более строгих мер по обеспечению безопасности. Выявленные проблемы требуют комплексного подхода к их решению. Рекомендации по оптимизации процессов управления безопасностью включает в себя повышение квалификации водителей, регулярные проверки состояния

транспортных средств и внедрение мониторинга для анализа аварийности. Эти меры позволят снизить количество ДТП и создать более безопасную рабочую среду на предприятие ООО «Новая Логистика».

Литература

1. Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» от 10.12.1995 № 196-ФЗ.
2. Варнаков Д.В. Современные подходы к оценке и развитию профессионально важных качеств водителей автотранспортных средств / Д.В. Варнаков, В.В. Варнаков // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2021. – Т. 18. – № 3. – С. 315–325.
3. Приказ Минтранса РФ № 145 от 30.04.2021 «Об утверждении Правил обеспечения безопасности перевозок автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом».
4. Анализ эффективности программных мероприятий по снижению аварийности в Санкт-Петербурге // Science Education. – 2012. – № 3. – С. 264–270.

References

1. Federal Law «On Road Traffic Safety» of 10.12.1995 № 196-FZ.
2. Varnakov D.V. Modern Approaches to the Assessment and Development of Professionally Important Qualities of Motor Vehicle Drivers / D.V. Varnakov, V.V. Varnakov // Bulletin of the Siberian State Automobile and Highway University. – 2021. – Vol. 18. – № 3. – P. 315–325.
3. Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation № 145 of April 30, 2021, «On Approval of the Rules for Ensuring the Safety of Transportation by Road Transport and Urban Ground Electric Transport».
4. Analysis of the Effectiveness of Programmatic Measures to Reduce Accidents in St. Petersburg // Science Education. – 2012. – № 3. – P. 264–270.

УДК 656

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ТРАНСПОРТА НА МАРШРУТАХ ЗАКАЗНЫХ ПЕРЕВОЗОК ООО «АРГОМИКС»

♦♦♦♦♦

ANALYSIS OF TRANSPORT PERFORMANCE INDICATORS ON THE ROUTES OF CONTRACT TRANSPORTATION OF ARGOMIKS 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 расчет технико-эксплуатационных показателей работы транспорта на примере маршрута, используемого компанией ООО «АРГОМИКС».

Ключевые слова: технико-эксплуатационные показатели, подвижной состав, пробег, расход топлива, оптимизация.

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 calculates the technical and operational performance of a vehicle using the example of a route used by ARGOMIKS LLC.

Keywords: technical and operational performance, rolling stock, mileage, fuel consumption, optimization.

Транспортные услуги играют ключевую роль в обеспечении ритмичности поставок и предоставления услуг в любой компании, занимающейся логистикой и грузоперевозками. Эффективность работы автопарка напрямую зависит от правильного расчета технико-эксплуатационных показателей, которые позволяют принимать обоснованные решения по оптимизации маршрутов, снижению затрат на эксплуатацию и улучшению качества сервисов. В рамках данной работы будет произведен анализ технико-эксплуатационных характеристик работы транспорта ООО «АРГОМИКС» на конкретном маршруте в Краснодаре.

Проведем расчет технико-эксплуатационных показателей работы транспорта на маршрутах ООО «АРГОМИКС». Пример маршрута ул. Вишняковой, г. Краснодар – г. Краснодар, Московская улица, 63, ул. Зиповская, 10, Клиника Микстура Плюс Краснодар представлены на рисунке 1.

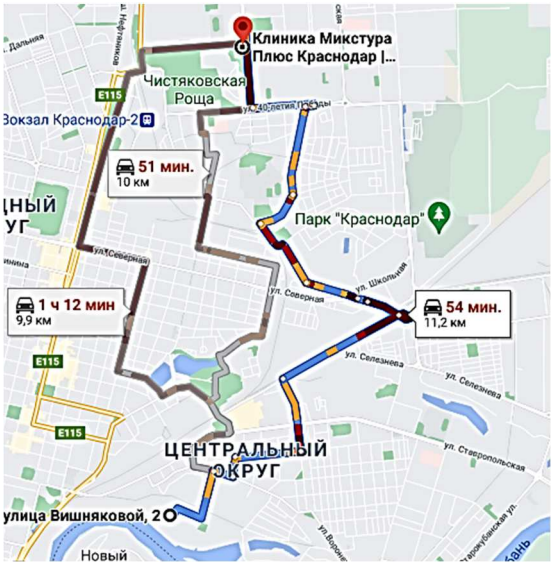


Рисунок 1 – Маршрут ул. Вишняковой, г. Краснодар – г. Краснодар, Московская улица/ 63, ул. Зиповская, 10

Длина маршрута (Lм) равна 11,2 км.

Расчет времени нахождения на маршруте ($T_м$), ч производится по формуле 1:

$$T_м = t_{дв} + t_{п-в}, \quad (1)$$

где $t_{дв}$ – время движения транспортного средства, ч; $t_{п-в}$ – время погрузки-выгрузки, ч.

Произведем расчет по формуле 1:

$$T_м = 0,9 + 0,57 = 1,47 \text{ ч.}$$

Расчет времени в наряде ($T_н$), ч производится по формуле 2:

$$T_н = T_м + \sum t_0, \quad (2)$$

где t_0 – суммарное время нулевых пробегов, ч.

Произведем расчет по формуле 2:

$$T_н = 1,47 + 0,9 = 2,37 \text{ ч.}$$

Общий пробег транспортного средства за ездку (l_e), км рассчитывается по формуле 3:

$$l_e = l_п + l_0, \quad (3)$$

где $l_г$ – пробег транспортного средства с грузом, км, $l_e = l_м$; l_0 – нулевой пробег транспортного средства, км.

Произведем расчет по формуле 3:

$$l_e = 11,2 + 13,1 = 24,3 \text{ км.}$$

Коэффициент использования пробега (β) рассчитывается по формуле 4:

$$\beta = \frac{l_п}{l_e}, \quad (4)$$

Произведем расчет по формуле 4:

$$\beta = 11,2/24,3 = 0,46.$$

Нормативное значение расхода топлива ($Q_н$), л рассчитывается по формуле 5:

$$Q_н = 0,01 \times H_s \times S \times (1 + 0,01 \times D) + H_{ОТ} \times T, \quad (5)$$

где H_s – транспортная норма расхода топлив на пробег транспортного средства, л/100 км; S – пробег транспортного средства, км; $H_{ОТ}$ – норма расхода топлива при использовании штатных независимых отопителей на работу отопителя (отопителей), л/ч; T – время работы автомобиля с включенным отопителем, ч; D – поправочный коэффициент (суммарная относительная надбавка или снижение) к норме, %.

Произведем расчет по формуле 5 для ГАЗ Валдай Next:

$$Q_н = 0,01 \times 6,4 \times 24,3 \times (1 + 0,01 \times 15) + 2,2 \times 4,45 = 11,6.$$

Таблица 1 – Результаты расчета нормативного значения расхода топлива приобретаемыми автомобилями

Марка автомобиля	ГАЗ Валдай Next	Renaut Master	Renaut Dokker
Нормативное значение расхода топлива ($Q_н$), л	11,6	11,5	11,51

В результате проведенного анализа технико-эксплуатационных показателей работы транспорта компании ООО «АРГОМИКС» на примере конкретного маршрута в Краснодаре были получены важные данные, которые способствуют оптимизации логистических процессов. Расчеты времени нахождения на маршруте, времени в наряде, общего пробега и нормативного расхода топлива позволили выявить ключевые факторы, влияющие на эффективность работы автопарка.

Определенный коэффициент использования пробега, равный 0,46, указывает на необходимость оптимизации маршрутов и снижения количества нулевых пробегов, что в свою очередь может привести к уменьшению эксплуатационных затрат. Нормативное значение расхода топлива, оцененное в ходе исследования, также помогает в разработке стратегии по снижению затрат на топливо и улучшения общей экономической эффективности компании.

Полученные результаты могут быть использованы для принятия управленческих решений, направленных на повышение конкурентоспособности ООО «АРГОМИКС» на рынке транспортных услуг, а также для дальнейших исследований в области транспортной логистики и оптимизации маршрута

Литература

1. Валько К.Д. К вопросу о грузовых перевозках в России / К.Д. Валько, С.Л. Надирян, И.С. Сенин // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2018. – № 4. – С. 323–326. EDN YVLNDF
2. Коновалова Т.В. Методика выбора системы транспортного обслуживания производственных предприятий / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, А.О. Недашковская // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2015. – № 11-2. – С. 38–40. EDN VBGVLJ
3. Организация перевозочного процесса: (на автомобильном транспорте) / Т.В. Коновалова [и др.]; Кубанский государственный технологический университет. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2022. – 264 с. ISBN 978-5-8333-1148-6 EDN UFJTGH.
4. Коновалова Т.В. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса : учеб. пособие / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, И.Н. Котенкова. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2024. – 256 с.

References

1. Valko K.D. On the issue of freight transportation in Russia / K.D. Valko, S.L. Nadiryan, I.S. Senin // Science. Technic. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2018. – № 4. – P. 323–326. EDN YVLNDF
2. Konovalova T.V. Methodology of choosing a transport service system for industrial enterprises / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, A.O. Nedashkovskaya // Humanities, socio-economic and social sciences. – 2015. – № 11-2. – P. 38–40. EDN VBGVLJ
3. Organization of the transportation process: (BY ROAD) / T.V. Konovalova [et al.]; Kuban State Technological University. Krasnodar : Kuban State Technological University, 2022. 264 p. ISBN 978-5-8333-1148-6 EDN UFJTGH
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 p.

УДК 656

СРАВНЕНИЕ СОБСТВЕННОГО И НАЕМНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА ПРИМЕРЕ ООО «АРГОМИКС»

♦♦♦♦♦

COMPARISON OF OWN AND HIRED ROLLING STOCK USING THE EXAMPLE OF ARGOMIKS 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

Вальков Е.Д.
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В данной статье рассматривается организация доставки медицинского оборудования, с помощью приобретения собственного подвижного состава.

Ключевые слова: подвижной состав, опасный груз, оптимизация, транспорт, 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

Valkov E.D.
Kuban State Technological University

Annotation. This article describes a method for organizing the delivery of medical equipment through the acquisition of in-house transport vehicles.

Keywords: rolling stock, hazardous cargo, optimization, transport, logistics.

В настоящее время транспортировка грузов автомобильным транспортом является наиболее оптимальным видом грузоперевозок с точки зрения временных затрат. В условиях современного рынка грузоперевозки выступают как значимая отрасль экономики, которая обеспечивает стабильное и эффективное функционирование различных секторов производства.

Компания ООО «АРГОМИКС» обладает широкой сетью филиалов на юге России, охватывающей такие регионы, как Краснодарский край, Республика Крым и город Ставрополь вместе со Ставропольским краем, что позволяет осуществлять доставку грузов практически в любой населенный пункт края. Перевозка осуществляется по индивидуально разработанным маршрутам, которые подбираются с учетом расположения конечных получателей.

Детальный анализ существующей системы доставки медицинского оборудования в ООО «АРГОМИКС» выявил уязвимое место в логистической цепочке: это транспортировка груза через сторонние транспортные компании.

В целях совершенствование процесса доставки грузов в ООО «АРГОМИКС» предлагается внедрить систему перевозок груза, основанную не на наемном транспорте, а на использовании собственного подвижного состава. Эксплуатация собственного подвижного состава в системе доставки ООО «АРГОМИКС» обладает рядом преимуществ:

– клиентам предоставляется максимально высокий уровень сервиса благодаря возможности гибко регулировать сроки и частоту отправления грузов;

– возможен полный контроль над техническим состоянием и местонахождением транспортных средств (при условии оснащения их GPS-приборами), что обеспечивает высокую точность соблюдения сроков доставки;

– возможность оптимального использования финансовых ресурсов предприятия.

Рассмотрим различные варианты формирования собственного парка подвижного состава. Это может быть приобретение автомобилей с единовременной полной оплатой их стоимости. Такой подход устраняет скрытые риски, однако требует значительных денежных средств, которые будут выведены из оборотных средств. Это огра-

ничит инвестиционные возможности предприятия, к тому же произойдет автоматическое увеличение налогооблагаемой базы. Можно рассмотреть покупку транспортных средств в кредит. В этом случае не требуется извлечение из оборота компании всей суммы денег единовременно, но существуют некоторые негативные факторы. В кредитнофинансовое учреждение необходимо будет представить пакет документов о финансовом состоянии предприятия. Дополнительным финансовым бременем на компанию ляжет обязательное страхование КАСКО каждого автомобиля. До полного погашения кредита транспортные средства будут находиться в залоге у банка, что лишит компанию возможности совершать с автомобилями какие-либо действия. Если воспользоваться финансовым лизингом, то экономия средств по сравнению с прямой покупкой и приобретением в кредит транспортного средства, составляет до 20 % от стоимости автомобиля за счет некоторых особенностей. В лизинговой схеме присутствуют преимущества в виде законных возможностей уменьшения налоговых платежей, упрощенного ведения бухгалтерского учёта и минимизации административных затрат. Лизинг позволяет избежать морального и физического износа автопарка. Так как финансовые возможности предприятия ограничены, создание своего автопарка для перевозки медицинского оборудования ООО «АРГОМИКС» более выгодно осуществлять с помощью лизинга.

В таблице 1 представлено сравнение предложенной и фактической системы доставки ООО «АРГОМИКС»

Таблица 1 – Сравнение предложенной и фактической системы доставки ООО «АРГОМИКС»

Наименование фактора	Фактическая система доставки грузов	Предлагаемая система доставки грузов
Вероятность выбора недобросовестной, либо неподходящей транспортной компании	Высокий риска из-за отсутствия достоверной информации об участниках рынка	Данный риск отсутствует, так как нет необходимости привлекать транспортную компанию, когда есть свой подвижной состав
Вероятность конфликтных ситуаций при доставке груза покупателю ненадлежащего качества	Вероятность риска высокая, так как поставщик продукции не может проследить технологию транспортировки	Вероятность риска низкая, так как поставщик продукции может проследить технологию транспортировки груза на своих автомобилях
Вероятность доставки груза не в указанный срок, либо потеря груза	Вероятность риска высокая, так как поставщик продукции не может проследить технологию транспортировки, не обладает полной информацией	Вероятность риска низкая, так как поставщик продукции может проследить технологию транспортировки груза на своих автомобилях и обладает полной информацией
Необходимость постоянного мониторинга рынка на предмет более выгодных вариантов сотрудничества	Ведется постоянная работа по поиску наиболее выгодных транспортных компаний	Необходимость в поиске выгодной транспортной компании отсутствует
Гибкость	Недостаточная гибкость при необходимости ранеенезапланированных доставок	Высокая гибкость при необходимости ранее незапланированных доставок
Стоимость услуг	Высокая и с каждым годом происходит удорожание цены услуг транспортных компаний	Низкая после окупаемости затрат на приобретение автомобильного парка
Информационный поток	Информационный поток запаздывает, так как транспортная компания не всегда может дать полную, точную и оперативную информацию	Информационный поток не запаздывает, так как транспортировка груза осуществляется без посредников

Используя метод выбора подвижного состава на основе критерия минимума общих затрат для предприятия ООО «АРГОМИКС» был подобран соответствующий подвижной состав. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Марочный состав транспортных средств для предприятия ООО «АРГОМИКС»

Характеристики	Марка автомобиля		
	ГАЗ Валдай Next	Renault Master	Renault Dokker
Тип кузова	фургон	фургон	фургон
Грузоподъемность, кг	6700	4 184	750
Объем двигателя, куб. см	2776	2299	1598
Вид топлива	Дизель	Дизель	Бензин
Тип КПП	Механическая	Механическая	Механическая
Расход, л/100 км Смешанный/городской/загородный	12	8.1 / 9.6/ 7.1	7.8 / 10.1 / 6.4
Длина, мм	6513	5048	4363
Ширина, мм	2300	2070	1751
Высота, мм	3155	2303	1809
Колесная база, мм	3310	3682	2810
Снаряженная масса, кг	3350	–	1249
Полная масса, кг	7400	–	1930

На рисунке 1 представлены изображения выбранных транспортных средств.

Определив состав автопарка и подробно изучив их технические характеристики, необходимо рассчитать требуемое количество фургонов для эксплуатации.

При расчете потребного числа фургонов необходимо учитывать существующие, перспективные объемы перевозки и финансовые возможности предприятия.



а) ГАЗ Валдай Next



б) Renault Master



в) Renault Dokker

Рисунок 1 – Марочный состав автотранспортных средств для ООО «АРГОМИКС»

Используя данные анализа и финансовые возможности предприятия ООО «АРГОМИКС» необходимо приобрести 6 единиц подвижного состава.

При организации перевозок грузов на предприятиях необходимо учитывать вопросы обеспечения безопасности. Обеспечение безопасности на производстве включает следующие аспекты:

– поддержание санитарных условий и гигиены труда;
– соблюдение техники безопасности и охрана труда на производстве;
– обеспечение экологической безопасности на производстве.

Автотранспорт является источником повышенной опасности, поэтому предприятия, эксплуатирующие транспорт обязаны обеспечивать безопасные условия труда водителей. Эффективность перевозочного процесса во многом зависит от организации работы водителя.

Литература

1. Выбор оптимального подвижного состава для перевозки опасных грузов на примере предприятия ООО «аргомикс» / К.В. Тыргалов [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2024. – № 3. – С. 118–120. EDN KBJEHJ
2. Коновалова Т.В. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса : учеб. пособие / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, И.Н. Котенкова. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2024. – 256 с.
3. Коновалова Т.В. Анализ показателей оценки эффективности выбора подвижного состава при организации доставки грузов / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, И.С. Сенин // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 1. – С. 322–325. EDN XVAEXK
4. Коновалова Т.В. Методика выбора системы транспортного обслуживания производственных предприятий / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, А.О. Недашковская // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2015. – № 11-2. – С. 38–40. EDN VBGVLJ

References

1. Choosing the optimal rolling stock for the transportation of dangerous goods using the example of Argomix LLC / K.V. Targalov [et al.] // Science. Technic. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2024. – № 3. – P. 118–120. EDN KBJEHJ
2. 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 p.
3. Konovalova T.V. Analysis of indicators for evaluating the effectiveness of the choice of rolling stock in the organization of cargo delivery / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, I.S. Senin // Science. Technic. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 1. – P. 322–325. EDN XVAEXK
4. Konovalova T.V. Methodology of choosing a transport service system for industrial enterprises / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, A.O. Nedashkovskaya // Humanities, socio-economic and social sciences. – 2015. – № 11-2. – P. 38–40. EDN VBGVLJ

УДК 656

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ СВЕТОФОРНЫХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

♦♦♦♦♦

OPTIMIZATION OF TRAFFIC LIGHT FACILITIES USING SIMULATION MODELS

Коновалова Т.В.
Кубанский государственный технологический университет

Котенкова И.Н.
Кубанский государственный технологический университет
ir-kot83@mail.ru

Ищенко А.Г.
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы адаптивного управления дорожным движением на основе реальных данных, а также возможности оптимизации работы светофорных объектов с помощью создания имитационных моделей транспортных потоков.

Ключевые слова: транспортный поток, улично-дорожная сеть, интенсивность, прогнозирование, моделирование, интеллектуальные транспортные системы, светофорное регулирование.

Konovalova T.V.
Kuban State Technological University

Kotenkova I.N.
Kuban State Technological University
ir-kot83@mail.ru

Ishenko A.G.
Kuban State Technological University

Annotation. The article discusses the issues of adaptive traffic management based on real data, as well as the possibility of optimizing the operation of traffic lights by creating simulation models of traffic flows.

Keywords: traffic flow, street and road network, intensity, forecasting, modeling, intelligent transport systems, traffic light regulation.

Эффективная работа светофорных объектов является важнейшим компонентом обеспечения эффективного функционирования улично-дорожной сети (УДС) города. Оптимизация режимов работы светофорных объектов обеспечивает адаптивное регулирование транспортных потоков, тем самым снижая уровень загрузки УДС и вероятность возникновения заторов. В настоящее время управление светофорными объектами основано на использовании адаптивных алгоритмов, что позволяет динамически корректировать цикл светофорного регулирования в соответствии с реальной дорожно-транспортной ситуацией, что повышает эффективность управления транспортными потоками.

Адаптивное светофорное регулирование в составе системы управления дорожным движением является ключевым фактором обеспечения эффективности функционирования УДС.

В условиях непрерывно растущей автомобилизации, усложнения транспортных потоков, изменения структуры передвижений населения и повышения требований к безопасности дорожного движения традиционные методы управления транспортными потоками становятся недостаточно эффективными. Это обуславливает необходимость применения современных вычислительных технологий, среди которых особую роль играют имитационные модели, обеспечивающие высокую точность воспроизведения поведения транспортных средств в различных условиях эксплуатации.

Имитационное моделирование учитывает вероятностные характеристики подхода транспортных средств к пересечениям, неравномерность транспортных потоков во времени, вариативность поведения водителя, геометрическую конфигурацию пересечений и режимы работы светофорных объектов. В отличие от традиционных аналитических методов, имитационное моделирование позволяет реализовать сложные нелинейные динамические процессы, характерные для реальных транспортных систем, а также обеспечивают визуализацию дорожно-транспортных ситуаций. Это делает его незаменимым инструментом как на этапах проектирования организации дорожного движения, так и при совершенствовании схем организации движения, в том числе с реконструкцией УДС.

Современные программные комплексы – такие как PTV Vissim, Aimsun Next, SUMO, TransModeler, AnyLogic – реализуют микроскопические модели транспортного

потока, основанные на моделях следования за лидером (car-following), выбора полосы (lane-changing), принятия решений водителями (gap acceptance) и других поведенческих моделей. Благодаря этому возможно воспроизведение реальных процессов движения с высокой степенью детализации: определение скоростей на различных участках, распределение транспортных задержек по видам манёвров, динамика образования очередей, влияние помех и конфликтных точек на поведение водителей.

Процесс оптимизации светофорного регулирования в рамках имитационных моделей (рис. 1).



Рисунок 1 – Процесс оптимизации светофорного регулирования в рамках имитационных моделей

Применение имитационных моделей позволяет выявлять скрытые резервы пропускной способности и оптимизировать работу светофорных объектов без дорогостоящих натурных экспериментов. Особенно актуальной является задача повышения эффективности функционирования пересечений с большим количеством фаз светофорного регулирования, сложных транспортных узлов, участков с интенсивными пешеходными потоками.

Одним из перспективных направлений является внедрение адаптивного светофорного регулирования, которое осуществляет перераспределение длительности фаз в зависимости от реальной транспортной ситуации.

Такие алгоритмы обладают возможностью учитывать показатели транспортных потоков в режиме реального времени, а также интегрировать данные, полученные с датчиков интенсивности транспортных потоков, систем видеонаблюдения и навигационных платформ. Имитационные модели служат основой для разработки и апробации интеллектуальных алгоритмов управления, включая методы машинного обучения и гибридных систем управления, обеспечивающих адаптивность и оптимизацию организации и управления транспортными потоками на городской УДС.

Таким образом, использование имитационного моделирования для оптимизации работы светофорных объектов является высокоэффективным инструментом ана-

лиза и управления транспортными потоками. Оно позволяет внедрять современные формы регулирования, повышать пропускную способность УДС, снижать транспортные задержки и улучшать безопасность.

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. . 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 [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

ВЛИЯНИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА НА ОРГАНИЗАЦИЮ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ Г. КРАСНОДАРА)

♦♦♦♦♦

THE IMPACT OF URBAN PASSENGER TRANSPORT INFRASTRUCTURE ON THE ORGANIZATION OF TRANSPORT SERVICES (USING THE EXAMPLE OF KRASNODAR)

Котенкова И.Н.
Кубанский государственный технологический университет
ir-kot83@mail.ru

Кабишева В.М.
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы влияния транспортной инфраструктуры на организацию перевозок пассажиров. Авторами изучены характеристики элементов инфраструктуры городского пассажирского транспорта и определена их взаимосвязь с безопасностью и качеством транспортного обслуживания.

Ключевые слова: транспорт, улица, остановочный пункт, полоса движения, посадочная площадка, автобус, пассажиры.

Kotenkova I.N.
Kuban State Technological University
ir-kot83@mail.ru

Kabisheva V.M.
Kuban State Technological University

Annotation. The article discusses the impact of transport infrastructure on the organization of passenger transportation. The authors have studied the characteristics of the urban passenger transport infrastructure elements and determined their relationship with the safety and quality of transport services.

Keywords: transport, street, bus stop, lane, landing area, bus, passengers.

Транспортная инфраструктура городского маршрутного пассажирского транспорта включает в себя в том числе пути сообщения (городские улицы и дороги), остановочные пункты маршрутного транспорта.

Влияние транспортной инфраструктуры на организацию перевозок рассмотрим на примере жилого района Новознаменский г.Краснодара.

Регулярное транспортное сообщение района с маршрутной сетью города осуществляется автобусным маршрутом № 89 «ул. Казаджиева – ул. Уральская». Внутри микрорайона действует автобусный маршрут №19 «ЖК Сосновый Бор – ул. Благовещенская».

На территории жилого района Новознаменский построены и заселены несколько жилых комплексов: ЖК «Марсель», ЖК «Спортивный парк», дачный поселок «Белая дача» и ж/р «Сосновый бор», ЖК «Смородина». Так же строятся ЖК «Друг» и ЖК «Первое место». Численность населения ж/р Новознаменский на 2025 год составляет 38500 человек.

Маршрутная сеть рассматриваемого района представлена на рисунке 1.

Маршрутный коэффициент характеризует разветвлённость маршрутной сети и примерное количество направлений, в которых пассажир может ехать из каждой точки сети.

Маршрутный коэффициент для ж/р Новознаменский равен 1,52. Данное значение коэффициента говорит о том, что маршрутная сеть достаточно развита, плотность маршрутов на территории района равномерна.

Плотность маршрутной сети района удовлетворительная, составляет 1,8 км/км^2.

Протяженность маршрута № 19 – 6 км, на маршруте 14 остановочных пунктов. Работает 4 единицы подвижного состава. Протяженность маршрута № 89 (по территории ж/р Новознаменский) – 7,8 км, на маршруте 22 остановочных пункта. Работает 16 единиц подвижного состава. Общая протяженность маршрутов, проходящих по территории Новознаменского, составляет 13,8 км. На маршрутах № 19 и № 89 работают автобусы МАЗ-226, общей вместимостью 72 места, в том числе мест для сидения – 31.



Рисунок 1 – Маршрутная сеть ж/р Новознаменский

Участки дублирования маршрутов показаны на рисунке 2.



Рисунок 2 – Участки дублирования маршрутов

В соответствии с требованиями к автомобильным дорогам и улицам с регулярным автобусным сообщением, не допускается организация регулярных автобусных перевозок по улицам и дорогам с шириной проезжей части менее 6,0 м. На проезжей части, ширина которой не превышает 6,0 м не наносится горизонтальная дорожная разметка.

Маршрутная сеть в ж/р Новознаменский включает в себя следующие участки улично-дорожной сети:

– ул. Богатырская (на всем протяжении).

Участок длиной 2,3 км. На всем протяжении две полосы движения, ширина проезжей части 7 м. На участке от ул. Андреевская до ул. Становая по четной стороне имеется тротуар шириной 0,7 м. От ул. Становая до ул. Семеновская имеется тротуар шириной 1 м. От въезда в Новознаменский до ул. Семеновская нанесена горизонтальная дорожная разметка, в неудовлетворительном состоянии, имеются дорожные знаки и искусственные неровности, наземные нерегулируемые пешеходные переходы. В настоящее время по ул. Богатырской ведутся работы по уширению проезжей части на участке от ул. Выездная до ул. Волкова.

– ул. Становая (на всем протяжении).

Участок длиной 1,25 км. На всем протяжении две полосы движения, ширина проезжей части 5,6 м. По нечетной стороне на всем протяжении расположен тротуар шириной 1,0 м. Горизонтальная осевая дорожная разметка отсутствует на всем протяжении улицы, имеются дорожные знаки и искусственные неровности, наземные нерегулируемые пешеходные переходы.

Ширина ул. Становая не обеспечивает свободный разъезд автобусов и грузовых транспортных средств. При разъезде двух автобусов они вынуждены съезжать с проезжей части (рис. 3).



Рисунок 3 – Разъезд автобусов на ул. Становая

– ул. Семеновская (на всем протяжении).

Участок длиной 1,25 км. На всем протяжении две полосы движения, ширина проезжей части 7 м. По четной стороне на всем протяжении расположен тротуар шириной 0,7 м. Осевая горизонтальная дорожная разметка отсутствует, имеются дорожные знаки и искусственные неровности, наземные нерегулируемые пешеходные переходы.

– ул. Войсковая (от ул. Семеновская до ул. Атаманская).

Участок длиной 1,36 км. На протяжении от ул. Семеновская до ул. Становая две полосы движения, ширина проезжей части 7 м. По нечетной стороне на всем протяжении расположен тротуар шириной 1,5 м. Нанесена горизонтальная дорожная разметка, имеются дорожные знаки и искусственные неровности, наземные нерегулируемые пешеходные переходы.

На участке от ул. Становая до ул. Атаманская две полосы движения, ширина проезжей части 5,8 м. Нанесена горизонтальная дорожная разметка, имеются дорожные знаки, наземные нерегулируемые пешеходные переходы. Одна из полос движения занята припаркованными транспортными средствами (рис. 4), что создает помехи движению, особенно маршрутным автобусам.



Рисунок 4 – Припаркованные автомобили на ул. Войсковой

– ул. Атаманская (на всем протяжении).

Участок длиной 0,425 км. На всем протяжении две полосы движения, ширина проезжей части 7 м. Тротуары отсутствуют. Горизонтальная дорожная разметка отсутствует, имеются дорожные знаки.

– ул. Андреевская (на всем протяжении).

Участок длиной 0,95 км. На всем протяжении две полосы движения, ширина проезжей части 7 м. По нечетной стороне на всем протяжении расположен тротуар шириной 1,0 м. Осевая горизонтальная дорожная разметка отсутствует, имеются дорожные знаки и искусственные неровности, наземные нерегулируемые пешеходные переходы.

– ул. Благовещенская (от физкультурно-оздоровительного комплекса до ул. Андреевская).

Участок длиной 0,28 км. На всем протяжении две полосы движения, ширина проезжей части 7 м. По нечетной стороне на всем протяжении расположен тротуар шириной 0,7 м. Нанесена горизонтальная дорожная разметка, имеются дорожные знаки и искусственные неровности, наземные нерегулируемые пешеходные переходы.

– ул. Волкова (от ул. Богатырская до школы № 108).

Участок длиной 2,2 км. На всем протяжении две полосы движения, ширина проезжей части 7 м. По четной стороне на всем протяжении расположен тротуар шириной 1,0 м. Нанесена горизонтальная дорожная разметка, имеются дорожные знаки и искусственные неровности, наземные нерегулируемые пешеходные переходы.

По результатам анализа можем сделать вывод, что в ж/р Новознаменский есть два участка маршрутной сети, не соответствующих требованиям, предъявляемым к улицам, предназначенным для движения маршрутного транспорта общего пользования. Это ул. Становая и ул. Войсковая от ул.Становая до ул. Атаманская. Также проблемой являются транспортные средства, припаркованные на проезжей части ул. Войсковой и существенно уменьшающие пропускную способность улицы и безопасность движения.

На маршрутах № 19 и № 89, работающих на улично-дорожной сети ж/р Новознаменский, эксплуатируются автобусы МАЗ-226, полунизкопольный автобус среднего класса с колесной формулой «4 × 2», который предназначен для осуществления

перевозок людей по городским и пригородным маршрутам с не слишком высокой интенсивностью пассажиропотока.

Исходя из результатов расчета динамического габарита автобуса МАЗ-226 можем сделать вывод, что ширина проезжей части на некоторых участках уличнодорожной сети (ул. Становая и ул. Войсковая от ул.Становая до ул. Атаманская) не соответствует динамическому габариту эксплуатируемого подвижного состава и не обеспечивает безопасность движения при перевозке пассажиров на маршрутах.

На остановочных пунктах в ж/р Новознаменский по результатам натурных наблюдений, одновременно находится до 16 пассажиров.

Остановочные пункты в ж/р Новознаменский находятся в разном техническом состоянии.

Есть павильоны в отличном состоянии, остановочные площадки с заездным карманом (например, остановочный пункт «Школа № 108»).

А есть неудовлетворительные условия ожидания, посадки и высадки пассажиров. Примеры остановочных пунктов представлены на рисунках 5, 6, 7.

Таблица 1 – Характеристики остановочных пунктов

Остановочный пункт	Фактические характеристики			Расчетные характеристики		
	Остановочная площадка, м	Посадочная площадка, м	Площадка ожидания (без учета павильона), м^2	Остановочная площадка, м	Посадочная площадка, м	Площадка ожидания (без учета павильона), м^2
Детский сад (ул. Нарыкова)	3×10	3×10	10	3×10	3×10	8
Школа № 108 (ул. Нарыкова)	3×10	3×10	10	3×10	3×10	8
Богатырская	3×10	1,5×10	–	3×10	3×10	10
ЖК «Смородина»	3×10	1,5×8	–	3×10	3×10	12
МТФ	3×10	2,5×10	–	3×10	3×10	6
Слободская	3×10	2×10	3	3×10	3×10	6
Базарная (ул. Семёновская)	3×10	2,5×10	6	3×10	3×10	8
Демидовская (ул. Семеновская)	3×10	3×10	8	3×10	3×10	8
Войсковая (ул. Семёновская)	3×10	3×10	8	3×10	3×10	8
Муромский проезд	3×10	2×10	–	3×10	3×10	5
Становая (ул. Войсковая)	3×10	3×10	8	3×10	3×10	8
Соборная (ул. Становая)	3×10	3×10	6	3×10	3×10	5
Соборная	3×10	3×10	6	3×10	3×10	6
2-й Знаменский проезд	3×10	2,5×10	6	3×10	3×10	4
Благовещенская (ул. Атаманская)	3×10	2,5×10	6	3×10	3×10	6
Соборная (ул. Андреевская)	3×10	2,5×10	–	3×10	3×10	5
Андреевская	3×10	2×10	–	3×10	3×10	4
Покровская	3×10	2×10	–	3×10	3×10	4
Атаманская	3×10	2×10	–	3×10	3×10	4
ФОК	3×10	3×10	8	3×10	3×10	8
ЖК «Марсель»	3×10	3×10	6	3×10	3×10	8
Производственная	3×10	3×10	6	3×10	3×10	6



Рисунок 5 – Остановочный пункт ул. Богатырская



Рисунок 6 – Остановочный пункт МТФ



Рисунок 7 – Остановочный пункт ул. Слободская

По результатам натурных наблюдений был определен пассажиропоток на остановочных пунктах в часы «пик», а также определены геометрические характеристики элементов остановочных пунктов исходя из наблюдений.

Далее, по результатам анализа, можем сделать вывод, что ряд остановочных пунктов не соответствует расчетным параметрам. Это остановочные пункты Богатырская, ЖК Смородина, МТФ, Слободская, Муромский проезд, Соборная, Андреевская, Покровская, Атаманская, ЖК Марсель.

По результатам проведенного анализа можем сделать вывод о необходимости реконструкции участков маршрутной сети – ул. Становая и ул. Войсковая от ул.Становая до ул. Атаманская.

На ул. Становая необходимо уширить проезжую часть до 7 м (две полосы по 3,5 м каждая) на всем протяжении улицы. Поперечный профиль с учетом изменений представлен на рисунке 8.

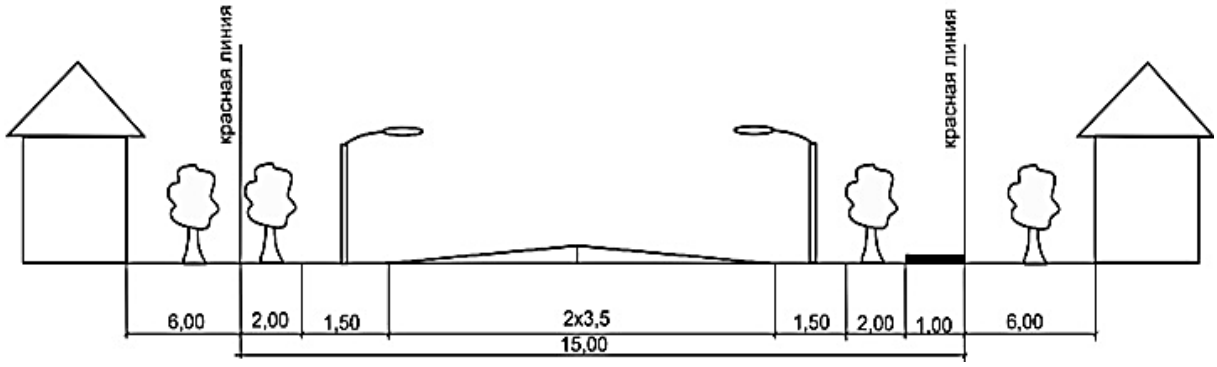


Рисунок 8 – Поперечный профиль ул.Становая с учетом изменений

Также необходимо уширить проезжую часть на ул. Войсковая до 7 м (две полосы по 3,5 м каждая) на всем протяжении улицы. Поперечный профиль с учетом изменений представлен на рисунке 9.

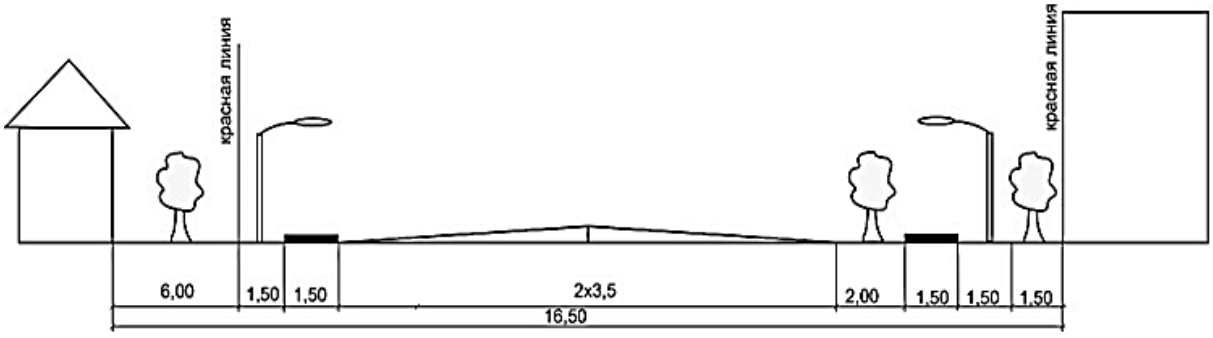


Рисунок 9 – Поперечный профиль на ул. Войсковая с учетом изменений

Уширение проезжей части и повышение ее пропускной способности за счет отсутствия припаркованных автомобилей позволит повысить скорость сообщения маршрутного пассажирского транспорта. При проезде участков с припаркованными автомобилями или при разъезде автобусов их скорость движения снижается до 10–15 км/ч (по свободным участкам скорость движения достигает 40–45 км/ч). Так же для повышения качества транспортного обслуживания необходимо принять меры по установке остановочных павильонов на остановочных пунктах и реконструкции посадочных площадок и площадок ожидания.

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. Котенкова И.Н. К вопросу о приоритетном праве проезда пассажирского транспорта в городах / И.Н. Котенкова, Е.А. Лебедев, В.И. Рассоха // 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. 239–248. EDN XLVPEO
3. 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
4. «Программа расчёта себестоимости перевозки пассажиров по муниципальным маршрутам регулярных перевозок» / С.Л. Надирян, Д.А. Дрючин, В.И. Рассоха. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2023668943, 06.09.2023. Заявка № 2023667650 от 25.08.2023.
5. Надирян С.Л. Моделирование показателей эффективности городского пассажирского транспорта при обслуживании нестационарных пассажиропотоков / С.Л. Надирян, В.И. Рассоха // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 4-1(83). – С. 81–90.
6. Надирян С.Л. Оптимизация структуры парка безрельсовых транспортных средств, обслуживающих городские пассажирские маршруты, на основе результатов математического моделирования / С.Л. Надирян, В.И. Рассоха, Д.А. Дрючин // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Т. 13. – № 3. – С. 180–202.
7. Коновалова Т.В. К вопросу о развитии маршрутной сети городского наземного электрического транспорта / Т.В. Коновалова, С.В. Коцурба // Проблемы функционирования систем транспорта: Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 04–06 декабря 2019 года. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2019. – Т. 2. – С. 155–158.

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. Kotenkova I.N. On the issue of the priority right of passage for passenger transport in cities / I.N. Kotenkova, E.A. Lebedev, V.I. Rassokha // 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. 239–248. EDN XLVPEO
3. 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
4. «Program for calculating the cost of passenger transportation on municipal regular transportation routes» / S.L. Nadiryan, D.A. Dryuchin, V.I. Rassokha. Certificate of registration of a computer program RU 2023668943, 09/06/2023. Application № 2023667650 dated 08/25/2023.
5. Nadiryan S.L. Modeling of urban passenger transport efficiency indicators for servicing non-stationary passenger flows / S.L. Nadiryan, V.I. Rassokha // The world of transport and technological machines. – 2023. – № 4-1(83). – P. 81–90.
6. Nadiryan S.L. Optimization of the structure of the fleet of trackless vehicles serving urban passenger routes based on the results of mathematical modeling / S.L. Nadiryan, V.I. Rassokha, D.A. Dryuchin // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Vol. 13. – № 3. – P. 180–202.
7. Konovalova T.V. On the issue of the development of the urban ground electric transport route network / T.V. Konovalova, S.V. Kotsurba // Problems of functioning of transport systems : International Scientific and practical Conference of students, postgraduates and young scientists, Tyumen, December 04–06, 2019. – Tyumen : Tyumen Industrial University, 2019. – Vol. 2. – P. 155–158.

УДК 656

ВЛИЯНИЕ ПОДВИЖНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ НА МАРШРУТНУЮ СЕТЬ ГОРОДСКОГО РАЙОНА (НА ПРИМЕРЕ Г. КРАСНОДАРА)

♦♦♦♦♦

THE IMPACT OF POPULATION MOBILITY ON THE TRANSPORT INFRASTRUCTURE OF AN URBAN AREA (USING THE EXAMPLE OF KRASNODAR)

Котенкова И.Н.
Кубанский государственный технологический университет
ir-kot83@mail.ru

Козадерова А.Д.
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы влияния транспортной подвижности населения на маршрутную сеть городского района на примере города Краснодара. Авторами изучена транспортная подвижность населения района, проанализирована связь района с маршрутной сетью города, рассмотрены варианты удовлетворения транспортного спроса населения района.

Ключевые слова: транспортная подвижность, инфраструктура, автобус, городской пассажирский транспорт, маршрутная сеть.

Kotenkova I.N.
Kuban State Technological University
ir-kot83@mail.ru

Kozaderova A.D.
Kuban State Technological University

Annotation. The article considers the issues of the influence of the transport mobility of the population on the infrastructure elements of urban passenger transport in an urban area using the example of the city of Krasnodar. The authors studied the transport mobility of the district's population, analyzed the connection of the district with the city's route network, and transport infrastructure facilities.

Keywords: transport mobility, infrastructure, bus, urban passenger transport, route network.

Транспортная подвижность населения является определяющим фактором развития маршрутной сети города. Рассмотрим влияние транспортной подвижности населения на объекты транспортной инфраструктуры и городскую транспортную сеть в целом на примере одного из районов г. Краснодара.

Микрорайон Молодежный – небольшой спальный микрорайон на выезде из города с полным комплектом социальной инфраструктуры. Численность населения уже превышает 20 тыс. человек и стабильно растет.

Улично-дорожная сеть представлена улицами с твердым покрытием, грунтовыми дорогами.

На данный момент в микрорайоне работают начальная школа № 15 и средняя школа № 50, школа № 107. Функционируют детсады № 180 и № 57. Имеется детская и взрослая городская поликлиника № 8. Успенский собор, фитнесс-центр, большое количество точек общественного питания. Также одним из объектов тяготения является сквер «Изумрудный».

Транспортное обслуживание микрорайона осуществляется двумя маршрутами городского пассажирского транспорта (рис. 1).

Маршрут № 67 «мкр. Молодежный – Кооперативный рынок» соединяет территорию микрорайон с улично-дорожной сетью города, проходит по Ейскому шоссе, мимо ТЦ Красная Площадь, мкр. Авиагородок, Военного училища им. Штеменко, мкр. Фестивальный, по ул. Северная, ул. Октябрьская, до ул. Красноармейская (Кооперативный рынок).

Маршрут № 32 «мкр. Молодежный – ул. Атарбекова» соединяет территорию микрорайона Молодежный с микрорайоном Фестивальным, проходит по пос. Отделение № 3 СКЗЗНИИСиВ, между поселками Северный и Парковый, по ул. Ближний Западный обход, ул. Дзержинского, через ТРЦ «Красная площадь», до ул. Атарбекова (мкр. Фестивальный).

Таким образом, транспортная связь между мкр. Молодежный и другими районами города осуществляется посредством двух указанных маршрутов.

Прямые передвижения возможны по указанным участкам улично-дорожной сети до мкр. Фестивальный и Кооперативного рынка.

Пешеходные переходы в микрорайоне – наземные, нерегулируемые.

Велотранспортная инфраструктура в микрорайоне отсутствует.

На маршрутах городского пассажирского транспорта в мкр. Молодежный работают автобусы малой вместимости ГАЗ Вектор Некст и ПАЗ 3205.

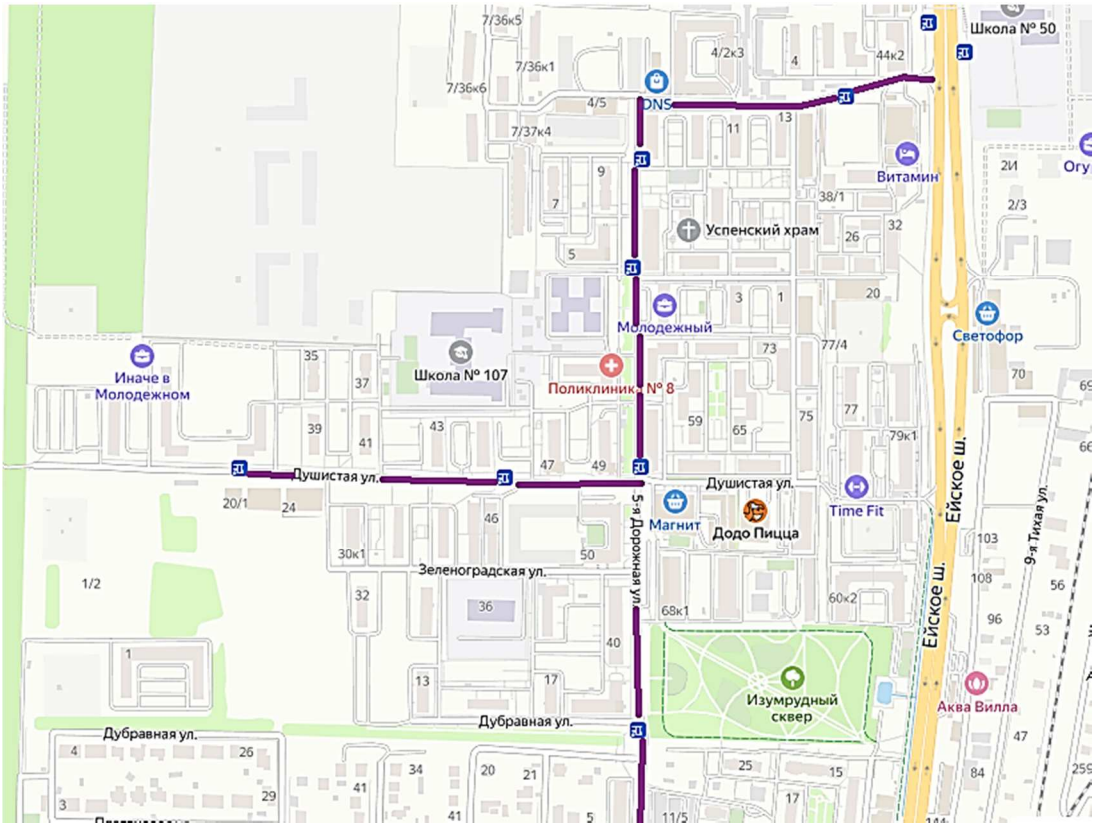


Рисунок 1 – Маршрутная сеть мкр. Молодежный

Автобусы ГАЗ Вектор Некст работают на маршруте № 32, количество единиц подвижного состава на маршруте – 10, интервал движения составляет 15–25 минут. Протяженность маршрута в прямом направлении 23,49 км, в обратном – 23,21 км. Время оборотного рейса – 2 ч 21 мин. Первый рейс – 05:30, последний – 22:10, дни недели – ежедневно.

Автобусы ПАЗ 3205 работают на маршруте № 67, количество единиц подвижного состава на маршруте – 18, интервал движения составляет 12–20 минут. Протяженность маршрута в прямом направлении 21,09 км, в обратном – 17, 08 км. Время оборотного рейса – 1 ч 51 мин. Первый рейс – 06:00, последний – 21:50, дни недели – ежедневно.

Расположение мкр. Молодежный на территории г. Краснодара представлено на рисунке 2.

Для выявления общего размера передвижений по рассматриваемому все население делят на структурные группы.

Население каждой структурной группы в зависимости от трудовой деятельности, потребности в отдыхе, культурных развлечениях и т.п. совершает определенное число передвижений.

Число передвижений по каждой из групп населения принято исходя из расчета пятидневной работы трудящихся основной градообразующей группы и шестидневной недели градообслуживающей группы.

Подсчет передвижений производится, умножая численность населения отдельных групп на число передвижений.

Численность населения мкр. Молодежный в 2025 году составляет 22650 человек.

Проанализируем основные направления передвижений жителей района. Для этого используем информацию, полученную от пассажиров на остановочных пунктах мкр. Молодежный.

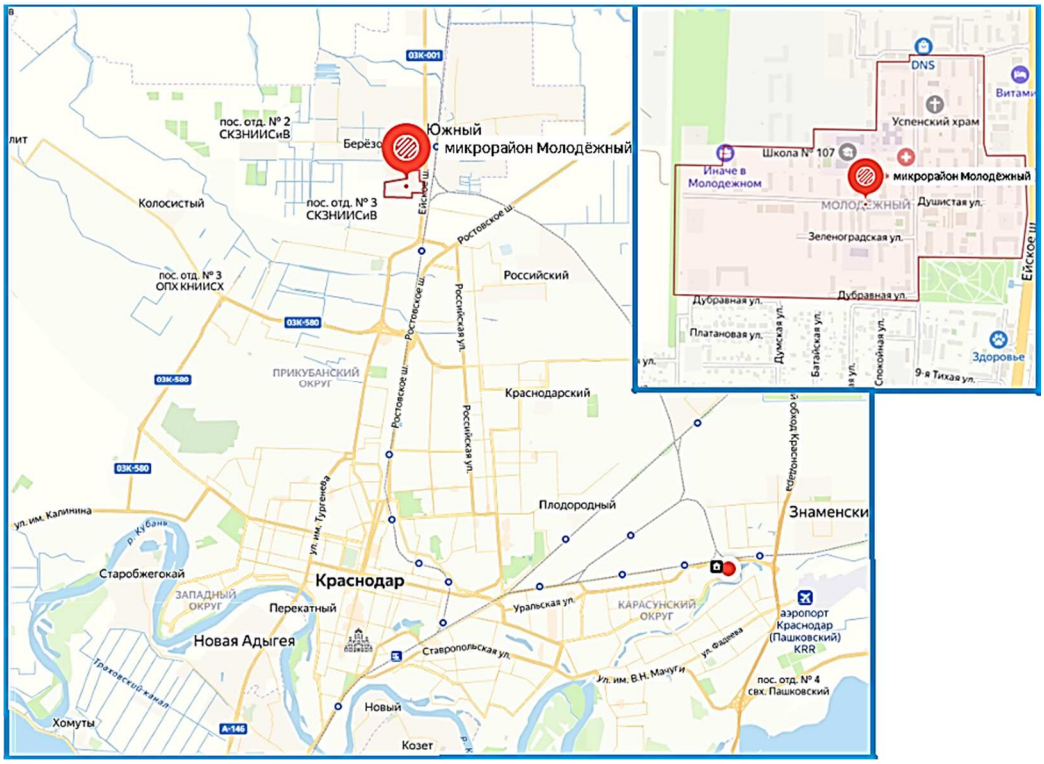
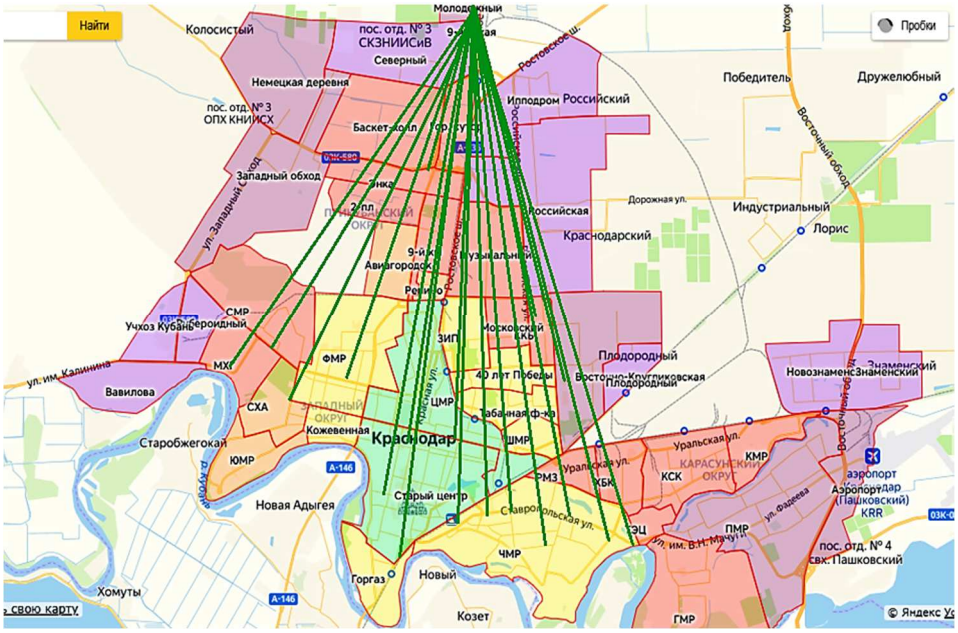


Рисунок 2 – Расположение мкр. Молодежный на территории г. Краснодара

Исходя из рассчитанного годового количества передвижений, а также соотношения рабочих и выходных дней, определим, что жители района совершают порядка 48448 передвижений в будний день. Из них, учитывая уровень автомобилизации для г. Краснодара, порядка 30 тысячи передвижений (29069) совершается на городском пассажирском транспорте.

Проанализировав направления передвижений (рис. 3), можем сделать вывод, что основные направления передвижений – районы Центральный (старый центр и район пересечения ул. Красная и ул. Северная), Фестивальный, Микрохирургии глаза, Славянский, Горгаз, Московский, Восточно-Кругликовский, ККБ, ТЭЦ, ЧМР (на всем протяжении ул. Ставропольская), что обусловлено наличием объектов тяготения в данных районах.


Найти
Пробки
Колосистый
Северный
Немецкая деревня
Ипподром Российский
Победитель
Дружелюбный
Индустриальный
Лорис
Краснодарский
Плодородный
Восточно-Кругликовская
Новознаменский
Знаменский
Вавилова
Старобжегокай
Краснодар
Новая Адыгея
Старый центр
Горгаз
Новый
Козет
Хомуты
Западный обход
Кожевенная
аэропорт Краснодар (Пашковский)
пос. отд. № 4 свх. Пашковский
ул. им. Калинина
ул. им. В.Н. Мачуги
Ставропольская ул.
Уральская ул.
Дорожная ул.
Российская
Ростовское ш.
Восточный обход
ул. Фадеева
ул. Западный обход
ул. Тургенева
ул. Старокубанская
ул. Ейское ш.
ул. Ейская
ул. Дальняя
ул. Ейская
ул. Ейская
ул. Ейская

При этом прямое транспортное сообщение осуществляется только в район старого центра города (Кооперативный рынок) и Фестивальный микрорайон. Все остальные передвижения осуществляются с пересадками.

Распределение передвижений по районам назначения представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение передвижений по направлениям

Направление (район) передвижения	Доля передвижений (%)
МХГ	4
Славянский	3
Ул. Лукьяненко (КубГАУ)	6
Фестивальный	6
Красная площадь	8
Старый центр	6
Центр	7
Горгаз	2
МЖК	3
Московский	6
ТЭЦ	7
Восточно-Кругликовский	4
Ставропольская (Старокубанская)	4
Ставропольская (КубГУ)	7
Ставропольская (Димитрова)	9
Ставропольская (Таманская)	5
Ставропольская (Вишняковой)	5
Ставропольская (ЖД вокзал)	6

Из таблицы можем видеть, что значительная часть передвижений совершается в район микрорайона Черемушки (ул. Ставропольская). Это обусловлено наличием учебных заведений, медицинских организаций, торговых комплексов, административных учреждений.

В настоящее время для того, чтобы попасть на ул. Ставропольскую, жителям мкр. Молодежный необходимо осуществить пересадку с маршрута № 67 на остановке «Кооперативный рынок» на трамвай или автобус, следующие на ул. Ставропольскую.

В данный район от Кооперативного рынка следуют трамвай № 4, троллейбус № 12, автобус № 22, 28, 30, 37, 39. На маршрут № 39 также можно осуществить пересадку на остановке «Красная площадь».

Таким образом, можем сделать вывод, что существующая система организации перевозки пассажиров в мкр. Молодежный требует совершенствования, так как не обеспечиваются прямые транспортные связи по актуальным направлениям передвижения населения микрорайона.

Для решения данной проблемы необходимо осуществить модернизацию маршрутной сети города. Например, продлить городской автобусный маршрут № 39 до остановки «мкр. Молодежный». Тогда схема маршрута № 39 примет следующий вид (рис. 4).

Таким образом, транспортная подвижность населения отдельного района влияет на формирование маршрутной сети района и города в целом.

Состав и структура населения отдельно взятого района в зависимости от типов и количества передвижений каждой из структурных групп влечет за собой изменение пассажиропотоков по отдельным направлениям.

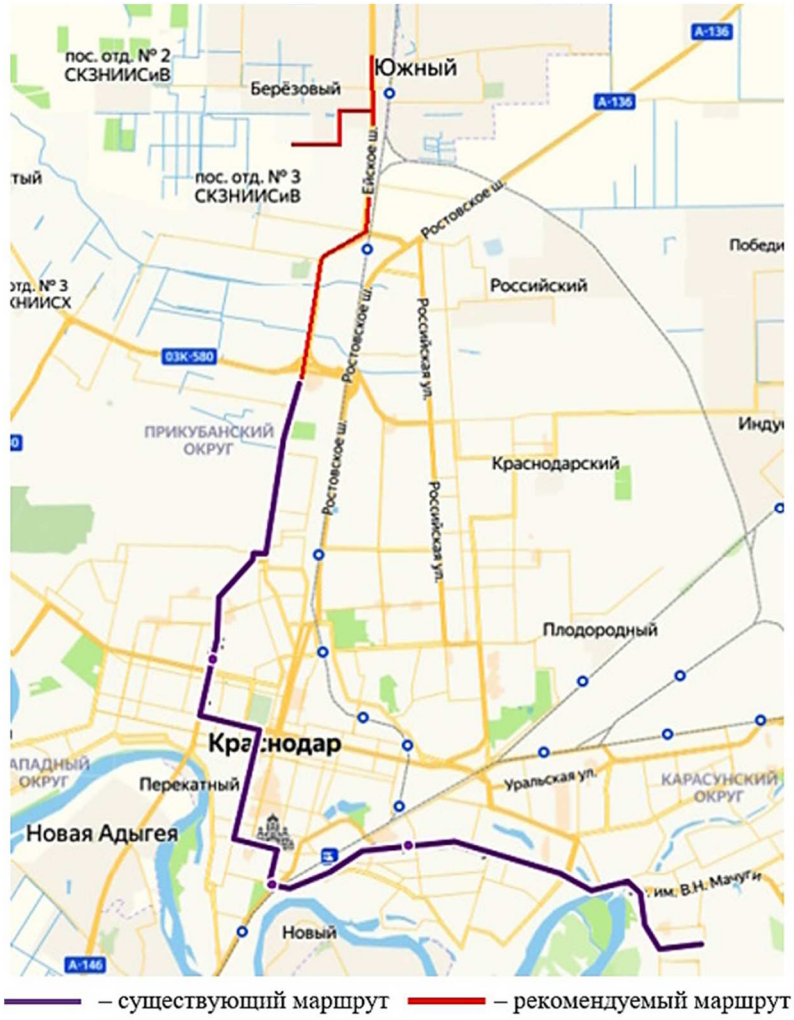


Рисунок 4 – Рекомендуемая схема маршрута № 39

Обеспечение транспортного спроса населения возможно удовлетворить системными мероприятиями, охватывающими совершенствование маршрутной сети города, объектов транспортной инфраструктуры и организации движения городского пассажирского транспорта общего пользования.

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. Котенкова И.Н. К вопросу о приоритетном праве проезда пассажирского транспорта в городах / И.Н. Котенкова, Е.А. Лебедев, В.И. Рассоха // 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. 239–248. EDN XLVPEO
3. 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
4. «Программа расчёта себестоимости перевозки пассажиров по муниципальным маршрутам регулярных перевозок» / С.Л. Надирян, Д.А. Дрючин, В.И. Рассоха. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2023668943, 06.09.2023. Заявка № 2023667650 от 25.08.2023.
5. Надирян С.Л. Моделирование показателей эффективности городского пассажирского транспорта при обслуживании нестационарных пассажиропотоков / С.Л. Надирян, В.И. Рассоха // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 4-1(83). – С. 81–90.

6. Надирян С.Л. Оптимизация структуры парка безрельсовых транспортных средств, обслуживающих городские пассажирские маршруты, на основе результатов математического моделирования / С.Л. Надирян, В.И. Рассоха, Д.А. Дрючин // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Т. 13. – № 3. – С. 180–202.
7. Коновалова Т.В. К вопросу о развитии маршрутной сети городского наземного электрического транспорта / Т.В. Коновалова, С.В. Коцурба // Проблемы функционирования систем транспорта: Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 04–06 декабря 2019 года. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2019. – Т. 2. – С. 155–158.

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. Kotenkova I.N. On the issue of the priority right of passage for passenger transport in cities / I.N. Kotenkova, E.A. Lebedev, V.I. Rassokha // 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. 239–248. EDN XLVPEO
3. 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
4. «Program for calculating the cost of passenger transportation on municipal regular transportation routes» / S.L. Nadiryan, D.A. Dryuchin, V.I. Rassokha. Certificate of registration of a computer program RU 2023668943, 09/06/2023. Application № 2023667650 dated 08/25/2023.
5. Nadiryan S.L. Modeling of urban passenger transport efficiency indicators for servicing non-stationary passenger flows / S.L. Nadiryan, V.I. Rassokha // The world of transport and technological machines. – 2023. – № 4-1(83). – P. 81–90.
6. Nadiryan S.L. Optimization of the structure of the fleet of trackless vehicles serving urban passenger routes based on the results of mathematical modeling / S.L. Nadiryan, V.I. Rassokha, D.A. Dryuchin // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Vol. 13. – № 3. – P. 180–202.
7. Konovalova T.V. On the issue of the development of the urban ground electric transport route network / T.V. Konovalova, S.V. Kotsurba // Problems of functioning of transport systems : International Scientific and practical Conference of students, postgraduates and young scientists, Tyumen, December 04–06, 2019. – Tyumen : Tyumen Industrial University, 2019. – Vol. 2. – P. 155–158.

УДК 656

ОСНОВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВОДИТЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «НОВАЯ ЛОГИСТИКА»

♦♦♦♦♦

IMPLEMENTATION OF MEASURES TO IMPROVE THE SAFETY AND EFFICIENCY OF DRIVERS USING THE EXAMPLE OF OOO NOVAYA LOGISTIKA

Лебедев Е.А.
Кубанский государственный технологический университет

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

Леонова И.О.
Кубанский государственный технологический университет

Тыргалов К.В.
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В статье авторами рассматривается внедрение мероприятий по повышению безопасности и эффективности работы водителей на примере предприятия ООО «Новая Логистика». Анализируются основные профессионально-важные качества водителей и описаны ключевые инициативы, такие как программы обучения, тренинги и тестирования для оценки состояния и работы водителей.

Ключевые слова: обучение, водитель, безопасность дорожного движения, квалификация водителя, психологическое состояние водителя.

Lebedev E.A.
Kuban State Technological University

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

Leonova I.O.
Kuban State Technological University

Targalov K.V.
Kuban State Technological University

Annotation. In the article, the authors consider the implementation of measures to improve the safety and efficiency of drivers using the example of OOO Novaya Logistika. The main professionally important qualities of drivers are analyzed and key initiatives such as training programs, trainings and testing to assess the condition and performance of drivers are described.

Keywords: education, driver, road safety, driver's qualifications, psychological state of the driver.

Развитие профессионально-важных качеств водителей в транспортной компании представляет собой неотъемлемую часть системы обеспечения безопасности дорожного движения. Основная задача внедрения мероприятий в ООО «Новая логистика» – является снижение риска дорожно-транспортных происшествий, повышение уровня профессиональной подготовки водителей, улучшение их психофизиологического состояния. Для этого предлагается комплекс мер, направленных как на улучшение сознательных, так и бессознательных факторов, влияющих на поведение водителей. В соответствии с действующими нормативными документами [1] разработан проект кабинета безопасности движения для ООО «Новая логистика».

Данный кабинет будет выполнять функции информационнометодического и учебно-диагностического центра, в котором будут проводиться мероприятия по профилактике ДТП и концентрироваться вся информация о безопасности движения. Размеры кабинета должны соответствовать численности водителей.

Для предприятия с 24 водителями минимальная площадь кабинета безопасности должна составлять 25 м² (из расчета 2,5 м² на одно место), с числом учебных мест не менее 10. Для оснащения кабинета безопасности рекомендуется использовать следующие виды оборудования:

– стенд;
– проектор;
– устройства для контроля знаний и обучения;
– мебель (столы, стулья, шкафы).

Стенд предназначен для размещения актуальной информации о безопасности дорожного движения, включая статистику ДТП, изменения в ПДД и рекомендации для водителей.

Проектор используется для демонстрации обучающих материалов, разбора дорожных ситуаций и проведения тренингов.

Устройства контроля знаний (например, тестовые системы или тренажеры) позволяют оценивать уровень подготовки водителей и выявлять слабые места в их обучении. Мебель обеспечивает комфортные условия для проведения занятий и хранения методических материалов. В совокупности данное оборудование способствует эффективному обучению и снижению риска аварийности.

Основные разделы экспозиции кабинета безопасности:

– Состав учебно-методического раздела для водителей представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Состав учебно-методического раздела

– справочно-информационный раздел может включать: анализ состояния аварийности на предприятии и в регионе, схемы типичных дорожно-транспортных происшествий с анализом причин их возникновения.

На рисунке 2 представлен пример плаката со схемой дорожно-транспортного происшествия и его анализом, отражающим причины возникновения дорожно-транспортных происшествий и поведенческие ошибки водителя.

– Агитационно-пропагандистский раздел: информация о лучших водителях, лозунги, плакаты и другие наглядные материалы, направленные на повышение мотивации водителей. На рисунке 3 представлен пример плаката.

Одним из ключевых инструментов формирования культуры безопасного вождения являются визуальные материалы. Согласно требованиям Трудового кодекса РФ (статья 212) и Федерального закона от 10.12.1995 № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения» [2], работодатель обязан обеспечивать безопасность работников, занятых на транспорте, в том числе через информирование и обучение.



Рисунок 2 – Плакат «Схема ДТП с анализом причин их возникновения»



Рисунок 3 – Плакат «Информация о лучшем водителе»

В рамках данных требований был разработан плакат «Оцените себя перед путём», представленный на рисунке 4. Он помогает водителям своевременно оценить своё состояние перед началом движения.



Рисунок 4 – Плакат «Оцените себя перед путём»

Плакат включает чек-лист самодиагностики, состоящий из трёх ключевых блоков:

– физическое состояние (сон, усталость, головная боль) – ключевые факторы, влияющие на реакцию и внимательность водителя;

– психологическое состояние (раздражение, тревожность, остаточные эмоции) – факторы, определяющие эмоциональную устойчивость в стрессовых ситуациях;

– контроль готовности (медосмотр, маршрут, алкоголь) – проверкам соблюдения обязательных процедур перед началом движения.

Цель такого подхода – не просто сформировать привычку самоконтроля [3], но и обеспечить высокий уровень готовности водителя к рейсу, снизить риск ДТП и создать условия для безопасного движения. Если водитель отвечает «нет» хотя бы на один из вопросов, рекомендуется не выходить на маршрут, проинформировать руководство и принять меры для восстановления необходимого уровня подготовки.

Для повышения уровня профессиональной подготовки водителей и снижения аварийности в компании ООО «Новая логистика» разработана комплексная система мероприятий. Основное внимание уделяется развитию психофизиологических качеств водителей, адаптации стажеров к сложным дорожным условиям и поддержанию высокого уровня профессионализма у опытных сотрудников.

Одним из ключевых элементов этой системы является использование аппаратно-программного комплекса ТВ-03. Это современное диагностическое средство, предназначенное для оценки психофизиологических параметров водителя. Представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Аппаратно-программный комплекс ТВ-03

Комплекс позволяет оперативно определить такие характеристики, как:
– устойчивость и концентрация внимания;
– скорость сенсомоторной реакции;
– уровень зрительно-моторной координации;
– степень эмоциональной устойчивости;
– показатели кратковременной памяти.

Принцип работы комплекса основан на проведении серии тестов с автоматической обработкой результатов. Выводы отображаются в виде графиков и диагностических шкал, что позволяет формировать индивидуальные профили водителей. Схема процесса работ АПК ТВ-03 представлена на рисунке 6.



Рисунок 6 – Схема процесса работы АПК ТВ-03

В ООО «Новая логистика» предлагается использовать ТВ-03 в следующих целях:
– первичное тестирование при приёме на работу;
– периодический контроль (раз в полгода).

Применение АПК ТВ-03 позволяет выявить дефициты в ключевых психофизиологических качествах водителей, напрямую связанных с риском ДТП. Например, недостаточная устойчивость и концентрация внимания являются предикторами таких нарушений, как непредоставление преимущества или несоблюдение дистанции. Замедленная сенсомоторная реакция уменьшает шансы на избежание столкновения, особенно в динамично меняющейся обстановке. От уровня зрительно-моторной координации зависит точность выполнения маневров, включая соблюдение бокового интервала и движение задним ходом. Эмоциональная устойчивость предотвращает рискованные действия под влиянием стресса, а развитая кратковременная память обеспечивает адекватное восприятие дорожной информации для принятия верных решений.

Результаты этой диагностики немедленно транслируются в практические коррекционные меры. Так, водители с недостаточной зрительно-моторной координацией и слабым пространственным восприятием проходят целевые тренинги по маневрированию, направленные на улучшение чувства габаритов и траектории, что снижает вероятность ДТП из-за несоблюдения интервала или ошибок при движении задним ходом. При выявлении дефицита внимания или замедленной реакции предлагаются специальные упражнения и рассматривается возможность ограничения работы на сложных маршрутах, чтобы минимизировать риски непредоставления преимущества и наездов на препятствия. Итоги тестирования также ложатся в основу формирования групп для последующих целевых тренингов в рамках кабинета безопасности движения.

Организационная подготовка к внедрению аппаратно-программного комплекса ТВ-03 в ООО «Новая логистика» включает определение ответственных лиц, в первую очередь специалиста по охране труда, который осуществляет координацию процесса и анализирует полученные результаты. Для эффективной работы проводится обучение персонала, задействованного в тестировании, по специальной программе, предусматривающей двухдневный тренинг и разработку внутреннего регламента проведения тестирования.

Процедура тестирования начинается с инструктажа водителя проверки работоспособности оборудования. Далее осуществляется комплексное обследование, включающее сенсомоторные, когнитивные тесты и имитацию стрессовых ситуаций, общее время проведения которых составляет 40–60 минут. После завершения тестирования система автоматически формирует отчёт с балльной оценкой и индивидуальными рекомендациями.

Результаты диагностики используются для формирования индивидуальных программ развития. Водители, набравшие менее 6 баллов, направляются на обязательные тренинги и проходят курс по стрессменеджменту [4]. Для сотрудников с результатом 6–8 баллов предусмотрены регулярные короткие сессии на комплексе ТВ-03, а при оценке выше 8 баллов водители поощряются и включаются в кадровый резерв. При необходимости корректируются условия труда: например, ограничивается допуск к ночным рейсам или сокращается продолжительность смены при выявленных рисках.

Для оценки эффективности внедрения комплекса проводится мониторинг динамики показателей. Анализируется снижение количества ошибок и числа ДТП, что позволяет объективно судить о результатах работы.

Мероприятия для водителей в процессе стажировки:

– проведение вводного инструктажа по безопасности движения правилам компании;

– тестирование водителей с использованием АПК ТВ-03 для оценки текущего уровня профессиональной подготовки;

– практические занятия с опытным наставником, наставник должен уделять особое внимание отработке навыков, связанных с типичными ошибками на предприятии. Правильная оценка бокового интервала при движении в потоке и обгоне, безопасное прохождение перекрестков с акцентом на предоставление преимущества, отработка маневров задним ходом с контролем «слепых» зон [5].

– психологическая подготовка к стрессовым ситуациям на дороге (анализ типичных ошибок);

– проведение промежуточного тестирования для оценки готовности к самостоятельной работе.

Мероприятия для водителей в штабе:

– регулярное проведение инструктажей по актуальным изменениям в ПДД и внутренним регламентам компании;

– ежеквартальный (или по мере необходимости) анализ всех ДТП, произошедших на предприятии и в регионе, с акцентом на причины, приведшие к несоблюдению бокового интервала, непредоставлению преимущества, наездам при движении задним ходом и другим типичным ошибкам. Разработка коллективных рекомендаций;

– периодическое тестирование водителей с использованием АПК ТВ-03 для оценки уровня профессиональной подготовки;

– проведение встреч с водителями для обмена опытом и мотивации коллег.

Литература

1. Приказ Министерства транспорта РФ от 29 июля 2020 г. № 264 «Об утверждении Порядка прохождения профессионального отбора и профессионального обучения работниками, принимаемыми на работу, непосредственно связанную с движением транспортных средств автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта» (Зарегистрировано в Минюсте России 20.10.2020 № 60469).
2. Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» от 10.12.1995 № 196-ФЗ.
3. Конопкин О.А. Психическая саморегуляция произвольной активности человека (структурно-функциональный аспект) // Вопросы психологии. – 1995. – № 1. – С. 5–12.
4. Леонова А.Б. Психопрофилактика стрессов / А.Б. Леонова, А.С. Кузнецова. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 2019. – 126 с.
5. Барабанщикова В.В. Профессиональное выгорание водителей городского пассажирского транспорта: факторы риска и профилактика / В.В. Барабанщикова, О.А. Климова // Психологический журнал. – 2019. – Т. 40. – № 2. – С. 73–86.

References

1. Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation dated July 29, 2020 № 264 «On approval of the Procedure for undergoing professional selection and professional training for employees hired for jobs directly related to the movement of motor vehicles and urban ground electric transport» (Registered with the Ministry of Justice of Russia on October 20, 2020 № 60469).
2. Federal Law «On Road Traffic Safety» of 10.12.1995 № 196-FZ.
3. Konopkin O.A. Mental self-regulation of voluntary human activity (structural and functional aspect) // Voprosy psihologii. – 1995. – № 1. – P. 5–12.
4. Leonova A.B. Psychoprophylaxis of stress / A.B. Leonova, A.S. Kuznetsova. – M. : Publishing house of Moscow University, 2019. – 126 p.
5. Barabanshchikova V.V. Professional burnout of drivers of urban passenger transport: risk factors and prevention / V.V. Barabanshchikova, O.A. Klimova // Psychological journal. – 2019. – Vol. 40. – № 2. – P. 73–86.

УДК 69.03

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

♦♦♦♦♦

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF LARGE-SPAN STRUCTURES

Ливенцова Анастасия Вячеславновна
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
liventsova999@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы повышения эффективности работы различных конструкций большепролётных покрытий. Проведён анализ факторов, влияющих на прочность, жёсткость и материалоёмкость конструкций, включая геометрию, тип несущей системы, конструкцию узловых соединений, применяемые материалы и эксплуатационные условия. Представлены результаты расчётных исследований трёх вариантов конструкций (балочная ферма, пространственная купольная система и комбинированная схема), подтверждающие преимущества пространственных и комбинированных решений. Обоснована эффективность применения высокопрочных сталей, композитных материалов и цифровых технологий проектирования (BIM, параметрическая оптимизация).

Ключевые слова: большепролётные покрытия, балочные конструкции, пространственные системы, купольные покрытия, комбинированные схемы, узловые соединения, композитные материалы, BIM, материалоёмкость, несущая способность, долговечность.

Liventsova Anastasia Vyacheslavovna
Student,
Kuban State University of Technology
liventsova999@gmail.com

Annotation. The article discusses the issues of improving the efficiency of various structures of large-span roofs. It analyzes the factors affecting the strength, rigidity, and material consumption of structures, including geometry, type of supporting system, design of node connections, materials used, and operating conditions. The article presents the results of computational studies of three structural options (beam farm, spatial dome system, and combined scheme), confirming the advantages of spatial and combined solutions. The article substantiates the effectiveness of using high-strength steels, composite materials, and digital design technologies (BIM, parametric optimization).

Keywords: long-span roofs, beam structures, spatial systems, dome roofs, combined schemes, node connections, composite materials, BIM, material consumption, load-bearing capacity, and durability.

Современное строительство характеризуется возрастающими требованиями к архитектурной выразительности, функциональности и экономичности сооружений [1]. Особенно остро эта тенденция проявляется при проектировании зданий и комплексов с большими пролётами – спортивных арен, вокзалов, павильонов, ангаров и производственных зданий. Для обеспечения свободного внутреннего пространства используются различные типы большепролётных покрытий, отличающиеся несущими схемами, материалами и конструктивными решениями [2].

В связи с этим актуальной является задача повышения эффективности работы большепролетных конструкций, что предполагает комплексный подход: оптимизацию геометрических параметров, совершенствование узловых соединений, использование новых конструкционных материалов и цифровых технологий проектирования [3].

К наиболее распространённым типам большепролётных конструкций относятся:

1. **Плоскостные**:

- **Балочные большепролетные конструкции** – традиционные, обладают хорошей жёсткостью и технологичностью, часто применяются для пролетов до 60 м. В качестве ригеля используются балки и фермы.
- **Рамные большепролетные конструкции** – обеспечивают равномерное распределение нагрузок, подходят для пролетов 40–100 м.
- **Арочные большепролетные конструкции** – обеспечивают равномерное распределение нагрузок, подходят для пролетов 150 м.

2. **Вантовые системы** – отличаются минимальным расходом металла и лёгкостью, эффективны при пролетах 50–200 м. К ним относятся висячие, подвесные и мембранные конструкции.

3. **Пространственные оболочки** – обеспечивают высокую экономичность при временных или мобильных сооружениях. К ним относятся складки, своды, купола, обо-

лочки, оболочки обратной кривизны, перекрестно-ребристые, перекрестно-стержневые.

4. **Комбинированные** – сочетают элементы разных систем – фермы и вантовые элементы, купола и оболочки, сетчатые системы и балки [2, 4].

Выбор типа конструкции напрямую влияет на стоимость, скорость возведения и эксплуатационные характеристики здания.

Таблица 1 – Сравнение типов большепролетных конструкций

№	Тип конструкции	Принцип работы	Рекомендуемый пролёт, м	Основные материалы	Преимущества	Типичные области применения
1	Балочные	Работа на растяжение и сжатие через стержневую систему	18–60	Сталь, алюминий, железобетон	Простота расчёта и монтажа, высокая жёсткость, массовость производства	Промышленные здания, ангары, склады, цеха
2	Рамные	Работа на растяжение и сжатие через стержневую систему	40–100	Сталь, алюминий, железобетон	Простота расчёта и монтажа, высокая жёсткость, массовость производства	Промышленные здания, ангары, склады, цеха
2	Арочные	Работа на сжатие по криволинейной схеме	40–150	Сталь, железобетон, дерево	Хорошая несущая способность, равномерное распределение нагрузки	Стадионы, павильоны, вокзалы
3	Вантовые	Работа на растяжение с использованием несущих канатов	50–200	Высокопрочная сталь, канаты, тросы	Лёгкость конструкции, малая масса, высокая архитектурная выразительность	Спортивные арены, выставочные центры, транспортные узлы
4	Пространственные конструкции	Работа за счёт внутреннего давления оболочки	30–150	Сталь, алюминий	Быстрый монтаж, малый вес, мобильность	Временные сооружения, купольные покрытия, мосты, стадионы
5	Комбинированные системы	Сочетание нескольких принципов работы	40–150	Сталь + композиты, дерево + металл	Оптимизация массы и жёсткости, гибкость архитектурных решений	Современные многофункциональные здания

Исследования последних лет показывают, что основная проблема при больших пролётах – рост прогибов и напряжений, особенно при неравномерных нагрузках. Существуют различные методы усиления: введение дополнительных поясов, увеличение высоты сетки, применение высокопрочных сталей. Однако все они ведут к увеличению веса и стоимости [4]. Современные методы расчёта (МКЭ, нелинейные анализы) позволяют точнее моделировать работу систем, учитывать геометрическую нелинейность и монтажные дефекты [5].

Эффективность конструкции определяется соотношением жёсткость/масса и несущая способность/масса. Для больших пролётов ключевыми параметрами являются:

- геометрия ячеек сетки для пространственных конструкций (треугольная, квадратная, шестиугольная);
- высота конструкции (отношение высоты к пролёту h/L обычно 1/15–1/20);
- тип узлов и соединений (жёсткие или шарнирные);
- модуль упругости применяемого материала.

Применение композитов и высокопрочных сталей позволяет снизить массу на 15–25 % при той же несущей способности [6].

Существует несколько методов повышения эффективности:

1. **Оптимизация геометрии**

- Использование треугольных и комбинированных сеток, обеспечивающих равномерное распределение усилий для пространственных конструкций;
- Параметрическая оптимизация расположения стержней с помощью алгоритмов топологической оптимизации.

2. **Повышение пространственной жёсткости**

- Увеличение высоты конструкции (h/L → 1/12–1/15);
- Применение предварительного напряжения в поясах или вантовых элементах.

3. **Совершенствование узловых соединений**

- Лёгкие сферические узлы с болтовыми креплениями, позволяющие уменьшить массу и ускорить монтаж;
- Использование современных технологий сварки (лазерная, гибридная).

4. **Материалы нового поколения**

- Стали классов С440–С590, алюминиевые сплавы, углепластики для второстепенных элементов;
- Антикоррозионные покрытия, увеличивающие срок службы.

5. **Цифровое проектирование**

- Применение BIM и параметрического моделирования для подбора оптимальной сетки;
- Автоматизация расчётов с учётом монтажных погрешностей и эксплуатационных сценариев.

Таблица 1 – Применение современных материалов

Материал	Преимущества
Высокопрочные стали (S460, S690)	Снижение массы 10–20 %
Алюминиевые сплавы	Лёгкость, коррозионная стойкость
FRP-композиты	Высокая удельная прочность, отсутствие коррозии

Эффективность работы большепролетных конструкций при перекрытии больших пролётов определяется совокупностью проектных, конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов. Их комплексное рассмотрение позволяет выявить резервы для повышения надёжности и экономичности подобных систем.

Одним из ключевых факторов является применение пространственной схемы. Рациональная форма покрытия (сферическая, цилиндрическая, комбинированная) обеспечивает более равномерное распределение усилий и снижение изгибающих моментов. Нерациональные геометрические решения, напротив, приводят к росту материалоёмкости и повышенной деформативности.

Характер взаимодействия системы с опорными элементами оказывает существенное влияние на работу конструкции. Жёсткие опоры обеспечивают устойчивость, но увеличивают внутренние усилия, тогда как шарнирные опирания позволяют снизить перераспределение нагрузок, однако требуют дополнительных мер по обеспечению пространственной жёсткости.

Узлы являются критическим элементом большепротетных конструкций, определяющим их пространственную работу. Недостаточная жёсткость узлов приводит к увеличению деформаций, снижению устойчивости и неравномерному распределению

усилий. Совершенствование узловых решений позволяет снизить металлоёмкость, повысить надёжность и упростить монтаж.

Применяемые материалы оказывают непосредственное влияние на массу и прочностные характеристики конструкции. Использование сталей высоких марок, алюминиевых сплавов и композиционных материалов позволяет уменьшить собственный вес без снижения несущей способности [6, 7]. Важным фактором является также долговечность материалов при длительных эксплуатационных воздействиях.

Эффективность определяется не только расчётными характеристиками, но и возможностью практической реализации проектных решений. Конструкции, требующие сложных или трудоёмких технологических операций, уступают в эффективности более простым и унифицированным системам.

На эффективность работы влияют климатические нагрузки (снеговые, ветровые), температурные перепады, а также динамические воздействия. В условиях больших пролётов значительную роль играет расчёт на прогибы и колебания, что напрямую связано с обеспечением комфортной эксплуатации объекта.

В совокупности указанные факторы формируют многопараметрическую задачу проектирования большепролетных конструкций. Их системный учёт позволяет выявить наиболее рациональные конструктивные решения и обеспечить оптимальное сочетание прочности, жёсткости, устойчивости и экономичности при возведении зданий и сооружений с большими пролётами.

Анализ факторов, влияющих на работу конструкций в больших пролётах, позволяет выделить основные направления повышения их эффективности. Эти направления направлены на достижение оптимального сочетания прочности, жёсткости и экономичности, а также на обеспечение технологичности возведения и долговечности сооружений.

Форма и конфигурация большепролетной системы оказывают первостепенное влияние на распределение усилий и работу конструкции. Использование методов параметрической и топологической оптимизации позволяет находить рациональные варианты геометрии, обеспечивающие снижение материалоёмкости при сохранении требуемой несущей способности.

Разработка эффективных узловых решений является одним из ключевых направлений повышения эффективности. Современные исследования показывают, что унификация и применение шарнирно-жёстких узлов позволяет не только сократить трудоёмкость изготовления и монтажа, но и повысить эксплуатационную надёжность. Использование болтовых и гибридных соединений вместо исключительно сварных улучшает ремонтопригодность и снижает риск скрытых дефектов.

Внедрение сталей повышенной прочности, алюминиевых сплавов, а также композиционных материалов (углепластик, стеклопластик) открывает возможности для значительного снижения массы конструкций при сохранении их жёсткости и устойчивости. Дополнительный эффект достигается за счёт повышения коррозионной стойкости и долговечности конструкций, что особенно важно для эксплуатации в агрессивных средах.

Современные системы информационного моделирования зданий (BIM), а также алгоритмы параметрической оптимизации дают возможность автоматизированного подбора оптимальных конфигураций, анализа различных сценариев нагружения и точного расчёта всех элементов системы [8]. Это не только повышает точность проектирования, но и существенно сокращает сроки разработки проектной документации.

Эффективность большепролетных конструкций в значительной степени определяется скоростью и простотой их возведения. Перспективным направлением является разработка сборно-модульных систем, обеспечивающих укрупнённую сборку на заводе и минимизацию монтажных операций на строительной площадке.

Таким образом, направления повышения эффективности большепролетных конструкций охватывают как расчётно-конструктивные аспекты, так и вопросы материаловедения и строительных технологий. Их комплексная реализация обеспечивает снижение материалоёмкости, повышение надёжности и продление срока службы сооружений с большими пролётами.

Проведённый комплексный анализ позволил получить количественные данные, подтверждающие эффективность предложенных подходов. Рассмотрены три варианта сетчатых конструкций пролетом 60 м:

– Вариант 1 – балочная конструкция с фермой в качестве ригеля (сталь С245);
– Вариант 2 – пространственная система купольного типа (сталь С345);
– Вариант 3 – комбинированная система (сталь С345 + углепластик).

Нагрузки принимались по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» [9]. Порядок расчета проведен в соответствии с СП 16.13330.2017 [10].

Результаты расчётов:

- Максимальные прогибы: 333 мм (В1), 250 мм (В2), 214 мм (В3).
- Масса: 128 т (В1), 106 т (В2), 92 т (В3).
- Коэффициент использования сечений: 0,72 (В1), 0,83 (В2), 0,88 (В3).
- Концентрация напряжений в узлах: 1,25σ (В1), 1,12σ (В2), 1,05σ (В3).
- Экономия металла: до 30 % по сравнению с базовым вариантом.

Внедрение параметрической оптимизации позволило сократить время проектирования на 32 % [11].

Таким образом, применение пространственных схем, новых материалов и цифровых технологий обеспечивает снижение материалоёмкости на 20–30 %, уменьшение прогибов на 25–35 % и повышение эксплуатационной надёжности сетчатых конструкций [11].

Таблица 3 – Результаты анализа

Показатель	Вариант 1 (балочная схема)	Вариант 2 (купол, сталь С345)	Вариант 3 (комбинированная система)
Масса конструкции, т	128	106	92
Максимальный прогиб, мм	333	250	214
Коэффициент использования сечений	0,72	0,83	0,88
Концентрация напряжения в узлах	1,25 σср	1,12 σср	1,05 σср
Экономия металла, %	–	17	28–30
Снижение времени проектирования, %	–	18	32

По результатам проведённого исследования можно сделать следующие выводы:

1. Анализ факторов показал, что на эффективность работы большепролетных конструкций решающее влияние оказывают геометрическая форма системы, жёсткость узловых соединений, применяемые материалы и конструктивная схема опирания. Их комплексное учёты позволяет значительно повысить надёжность и снизить материалоёмкость конструкций.

2. Расчётные исследования подтвердили, что переход от плоских ферм к пространственным и комбинированным системам обеспечивает снижение прогибов на 25–35 % и уменьшение изгибающих моментов.

3. Совершенствование узловых соединений (шарнирно-жёсткие унифицированные узлы) способствует снижению концентрации напряжений и повышению эксплуатационной надёжности, что особенно важно для крупных пролётных покрытий.

4. Применение новых материалов (стали высоких марок, алюминиевых сплавов и углепластиковых элементов) позволяет уменьшить массу конструкции на 20–30 % при увеличении коэффициента использования сечений до 0,88.

5. Цифровые технологии проектирования (BIM-моделирование, параметрическая оптимизация, МКЭ-расчёты) дают возможность ускорить процесс разработки на 30 % и повысить точность расчётных данных, что обеспечивает интеграцию инженерных решений в производство и монтаж [11].

6. Практическая значимость работы заключается в том, что предложенные подходы позволяют существенно снизить материалоёмкость и повысить долговечность сетчатых систем, обеспечивая экономический эффект при строительстве спортивных арен, транспортных терминалов, промышленных цехов и других объектов с большими пролётами.

В целом, комплексное применение конструктивных, материаловедческих и цифровых решений обеспечивает новое качество проектирования и возведения большепролетных конструкций, что соответствует современным требованиям строительной отрасли и архитектурной практики.

Литература

1. Демина А.В. Здания с большепролётными покрытиями. – Тамбов : ТГТУ, 2003. – 120 с.
2. Викторова О.Л. Конструкции покрытий залов / О.Л. Викторова, Т.В. Петрианина, Е.В. Зварыгина. – Пенза : ПГУАС, 2019.
3. Вентцель А.В. Надёжность конструкций большепролётных строений // Вестник МГСУ. – 2020. – № 4. – С. 45–53.
4. Конструкции большепролётных зданий и сооружений // Meganorm.ru. – URL : https://meganorm.ru/Data2/1/4293741/4293741086.htm
5. Патраков С.В. Пространственные покрытия зданий: расчёт и проектирование. – М. : АСВ, 2015.
6. SteelPRO Group. Высокопрочные стали (S460, S690). – URL : https://steelprogroup.com
7. Громов В.А. Композитные материалы в строительстве : учеб. пособие. – М. : АСВ, 2021.
8. Анисимов Д.Н. Параметрическое моделирование и BIM в проектировании строительных конструкций // Архитектура и строительство России. – 2022. – № 3. – С. 52–59.
9. Ярмухамедова В.А. Повышение эффективности работы рамных металлических конструкций в больших пролётах / В.А. Ярмухамедова, А.Н. Леонова // В сборнике: Молодежная наука. Сборник лучших научных работ молодых ученых. Материалы LII студенческой научной конференции. – Краснодар, 2025. – С. 604–608.
10. Дворная З.Л. Сравнительный анализ конструктивных схем куполов / З.Л. Дворная, А.Н. Леонова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2022. – № 1. – С. 39–41.
11. Проектирование металлических конструкций. – Ч. 2: «Металлические конструкции. Специальный курс». Учебник для ВУЗов / А.Р. Туснин [и др.]; Под общей ред. А.Р. Туснина. – М. : Издательство «Перо», 2023. – 436 с.

References

1. Demina A.V. Buildings with Large-Span Roofs. – Tambov : TSTU, 2003. – 120 p.
2. Viktorova O.L. Hall Roof Structures / O.L. Viktorova, T.V. Petrianina, E.V. Zvarygina. – Penza : PSUAS, 2019.
3. Venttsel A.V. Reliability of Large-Span Structures // Bulletin of MGSU. – 2020. – № 4. – P. 45–53.
4. Designs of Large-Span Buildings and Structures // Meganorm.ru. – URL : https://meganorm.ru/Data2/1/4293741/4293741086.htm
5. Patrakov S.V. Spatial Roofings of Buildings: Calculation and Design. – M. : ASV, 2015.
6. SteelPRO Group. High-Strength Steels (S460, S690). – URL : https://steelprogroup.com
7. Gromov V.A. Composite Materials in Construction: A Tutorial. – M. : ASV, 2021.
8. Anisimov D.N. Parametric Modeling and BIM in the Design of Building Structures // Architecture and Construction of Russia. – 2022. – № 3. – P. 52–59.
9. Yarmukhamedova V.A. Improving the efficiency of frame metal structures in large spans / V.A. Yarmukhamedova, A.N. Leonova // In the collection: Youth Science. Collection of the best scientific works of young scientists. Proceedings of the LII student scientific conference. – Krasnodar, 2025. – P. 604–608.
10. Dvornaya Z.L. Comparative Analysis of Dome Structural Schemes / Z.L. Dvornaya, A.N. Leonova // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2022. – № 1. – P. 39–41.
11. Design of Metal Structures. – Part 2: «Metal Structures. Special Course». Textbook for Universities / A.R. Tusnin [et al.]; Under the general editorship of A.R. Tusnin. – M. : Pero Publishing House, 2023. – 436 p.

УДК 69.03

ОЦЕНКА ПРЕИМУЩЕСТВ ПРИМЕНЕНИЯ АРОЧНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ В БОЛЬШЕПРОЛЕТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

♦♦♦♦♦

EVALUATION OF THE ADVANTAGES OF ARCHES IN LARGE-SPAN STEEL CONSTRUCTION

Махиянова Яна Рустемовна
студентка,
кафедра промышленного и гражданского строительства,
Кубанский государственный технологический университет
yanixm06@gmail.com

Аннотация. Данная статья исследует арочные металлические конструкции как эффективное решение для промышленного и гражданского строительства. Рассматриваются геометрия арок, критерии классификации форм, примеры использования металлических арок, а также сравниваются арочные металлические конструкции с рамными.

Ключевые слова: арочные конструкции, рамные конструкции, металл, купол, металлические конструкции, проектирование сооружений.

Makhiyanova Yana Rustemovna
Student,
Department of Industrial
and Civil Engineering,
Kuban State Technological University
yanixm06@gmail.com

Annotation. This paper examines arch steel structures as an effective solution for industrial and civil construction. It considers arch geometry, criteria for form classification, examples of using steel arches, and compares arch steel structures with framed (rigid frame) structures.

Keywords: arch structures, framed structures, steel, dome, metal constructions, structural design.

Арочные металлоконструкции (рис. 1) – отличная альтернатива балочным конструкциям в ситуациях, когда необходимо создать перекрытие большого пролёта. Они широко применяются для возведения промышленных, торговых зданий, а также объектов культурного значения, и особенно полезны при необходимости реализации нестандартных решений.

Арочные конструкции обладают высокой эффективностью перераспределения нагрузок и способности работать на пластическую деформацию, что особенно важно для конструкций, испытывающих кратковременные и продолжительные изгибающие моменты. Металлические арки применяются как в мостостроении, так и в архитектурном домостроении и промышленных зданиях, где важна пространственная жесткость и способность противостоять динамическим воздействиям.

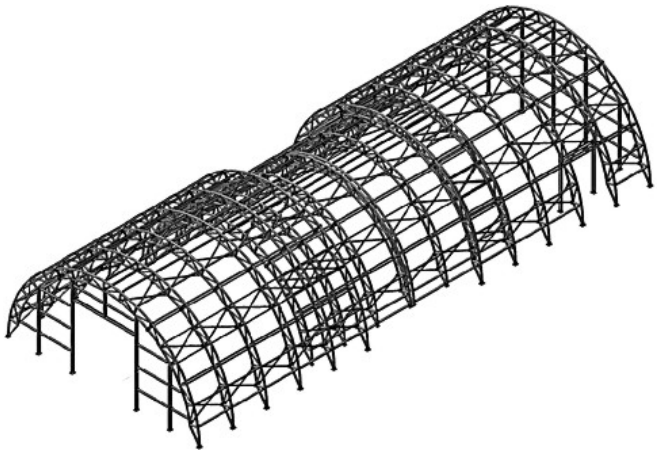


Рисунок 1 – Арочная металлоконструкция

По типу конструкции различают:

1. Бесшарнирные арки – самая экономичная конструкция. Концы (пятки) арки жёстко зафиксированы. Имеют высокую жёсткость, но требуют массивных опор и чувствительны к погодным условиям (ветер, снег) (рис. 2).

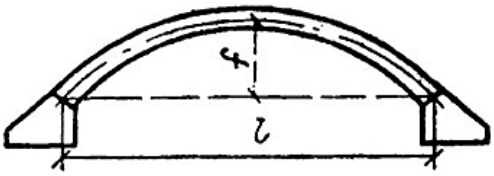


Рисунок 2 – Бесшарнирная арка

2. Двухшарнирные арки – опираются на цилиндрические шарниры. Шарниры увеличивают вес и стоимость, но дают большую устойчивость к погодным условиям и проседанию опор (рис. 3).

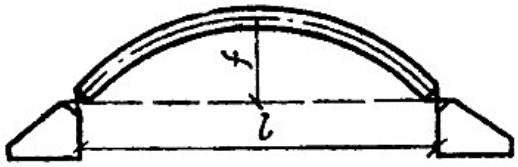


Рисунок 3 – Двухшарнирная арка

3. Трехшарнирные арки – соответственно, имеют ещё один промежуточный шарнир. Самая стабильная и надёжная, но сложная и дорогая конструкция. Выдерживает любые климатические нагрузки (рис. 4).

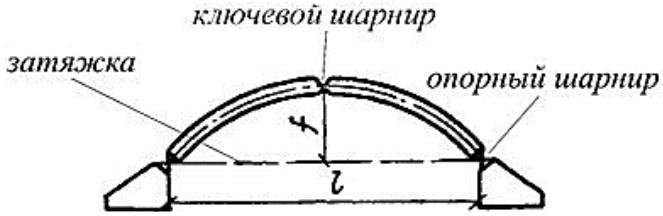


Рисунок 4 – Трехшарнирная арка

Чаще всего каркасные здания возводят на двухшарнирных арках. Такие конструкции позволяют соблюсти оптимальный баланс сложности возведения, стоимости и стабильности.

Геометрия арки напрямую влияет на распределение нормальных напряжений, устойчивость к боковым воздействиям и эффективную длину пролёта. В инженерной практике часто используется моделирование в виде сборной стальной арки или стального коробчатого профиля, образующего замкнутую или незамкнутую оболочку.

Для объективного анализа арочных металлических конструкций можно сравнить их с рамными металлическими конструкциями (табл. 1) и балочными металлическими конструкциями (табл. 2). Каждый из этих типов имеет свои особенности, преимущества и недостатки, которые определяют область их применения. Это позволит выявить ключевые различия.

Таблица 1 – Сравнение арочных металлических конструкций с рамными металлическими конструкциями

Характеристика	Рамные металлические конструкции	Арочные металлические конструкции
1	2	3
Принцип несущей системы	Жесткая рама из колонн и перекрытий; нагрузка распределяется по всей раме; сопротивление за счет изгиба и жесткости соединений	Арка/арки распределяют нагрузки по контуру; основное напряжение – сжатие в дуге; горизонтальные thrust-полезны через подпорки/связи
Основные элементы	Колонны; балочные элементы; соединения (болты, сварка); диафрагмы; связи	Арки(риги); коньки; подпорки или связки (упрочнение концов); перекрытия над аркой

Окончание таблицы 1

1	2	3
Геометрия и пролёт	Прямолинейные элементы; модульная или сеточная геометрия; легко менять планировку	Криволинейные формы; пролёт по дуге
Преимущества	Гибкость в планировке; простота изготовления; хорошо подходят для больших пролетов; легкая адаптация	Высокая несущая способность при компактной схеме; эффективное использование материалов; архитектурная выразительность
Недостатки	Большой вес и стоимость; сложность узлов; требуются подпорки для больших пролетов	Требует точной опоры и геометрии; сложности в соблюдении геометрии; ограничение по дизайну
Применение	Типично офисные здания, многоэтажные, модули; заводы	Мосты, крыши больших пролетов; залы со сводчатыми конструкциями
Примеры материалов	Сталь, железобетон; болтовые и сварные соединения	Сталь (арки), камень, бетон

Вывод: нет однозначно «лучшей» конструкции для всех случаев. Выбор зависит от конкретных условий задачи:

- Если нужен большой пролет, высокая эстетика или минимальная высота над пролетом – арочная конструкция чаще оказывается выгодной;
- Если важна гибкость планировки, простота монтажа, возможность быстрого расширения и легкость обслуживания – предпочтительнее рамная конструкция.

Таблица 2 – Сравнение арочных и балочных металлических конструкций

Характеристика	Арочные металлические конструкции	Балочные металлические конструкции
Типы и определения	Прочно изогнутые несущие элементы, создающие устойчивость за счёт изгиба	Сборные плоские элементы, образующие каркас над пролетом
Геометрия и конструктивные особенности	Радиус, угол охвата, опирание на опоры, допускается прогиб	Модульная конструкция, часто треугольная геометрия, горизонтальная и вертикальная связки
Преимущества	Эффективна при большом пролетном расстоянии без опор под ней, эстетика	Легкость сборки на месте, простая транспортировка модульных секций
Ограничения/Недостатки	Требовательна к опорной системе, ограничена по высоте и функциональности	Требует точной сборки, может потребовать дополнительных связей против ветра
Применение и примеры	Мосты, входные арки, крытые площади	Крытые рынки, спортивные здания, ангары
Ключевые соотношения	Горизонтальные реакции зависят от угла охвата и распределённой нагрузки	Стандартные схемы расчёта изгибов и поперечных сил в узлах
Типичные материалы и покрытия	Сталь или алюминий, антикоррозийная защита	Сталь, оцинковка, песчано-цементная штукатурка по краю

Вывод. Эффективнее в большинстве современных проектов чаще оказываются балочные большепролетные конструкции за счёт модульности, сочетания жесткости и производственной эффективности, особенно при больших пролетах пролётах с переменными нагрузками. Однако арочные конструкции остаются экономически выгодной опцией для большепролетных конструкций при ограничениях по толщине перекрытий и когда геометрия арки хорошо вписывается в архитектурное решение.

Литература

1. Тур В.И. Купольные конструкции: формообразование, расчет, конструирование, повышение эффективности. – М. : Изд-во АСВ, 2004.

2. Лебедь Е.В. Большепролетные металлические купольные покрытия и их возведение / Е.В. Лебедь, А.Ю. Алукаев // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2018.
3. Разумец К.В. Оптимизация конструктивных решений каркасов промышленных зданий / К.В. Разумец, А.Н. Леонова // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2020. – № 8. – С. 173–177.
4. Стецкий С.В. Основы архитектуры и строительных конструкций : краткий курс лекций / С.В. Стецкий, К.О. Ларионова, Е.В. Никонова. – М. : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.
5. Ярмухамедова В.А. Повышение эффективности работы рамных металлических конструкций в больших пролётах / В.А. Ярмухамедова, А.Н. Леонова // В сборнике: Молодежная наука. Сборник лучших научных работ молодых ученых. Материалы LII студенческой научной конференции. – Краснодар, 2025. – С. 604–608.

References

1. Tour V.I. Dome Structures: Forming, Calculation, Design, Efficiency Enhancement. – M. : Publishing House ASV, 2004.
2. Lebed E.V. Large-span Metal Dome Roofs and Their Erection / E.V. Lebed, A.Yu. Alukaev // Structural Mechanics of Engineering Structures and Facilities. – 2018.
3. Razumets K.V. Optimization of Structural Solutions for Industrial Building Frames / K.V. Razumets, A.N. Leonova // Electronic multi-thematic journal «Scientific Works of KubGTU». – 2020. – № 8. – P. 173–177.
4. Stetsky S.V. Foundations of Architecture and Construction : a short course of lectures / S.V. Stetsky, K.O. Larionova, E.V. Nikonova. – M. : Moscow State University of Civil Engineering, IPP Media, EBS ASV, 2014.
5. Yarmukhammadova V.A. Increasing the Efficiency of Frame Metal Structures in Large Spans / V.A. Yarmukhammadova, A.N. Leonova // In the collection: Youth Science. Collection of the best scientific works of young scientists. Materials of the LII Student Scientific Conference. – Krasnodar, 2025. – P. 604–608.

УДК 664.8:338.43

ПРОИЗВОДСТВО СУХИХ ЗАВТРАКОВ ИЗ КОМБИНИРОВАННОГО МЯСОРАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ НА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЭКСТРУЗИОННОЙ УСТАНОВКЕ

♦♦♦♦♦

PRODUCTION OF DRY BREAKFASTS FROM COMBINED MEAT AND VEGETABLE RAW MATERIALS ON AN AUTOMATED EXTRUSION PLANT

Медведев А.М.
Кубанский государственный технологический университет

Касьянов Г.И.
Российская инженерная академия

Яренков М.А.
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. Проблема автоматизации процессов производства многокомпонентной снековой продукции весьма актуальна. Цель исследования заключалась в математическом моделировании процесса экструзионной обработки агропищевого сырья при производстве сухих завтраков. К конкретным результатам исследования относится разработка математической модели оптимизации состава сырья, расчёт оптимального состава и реализована проверка выполнения ограничений содержания нутриентов по технологической инструкции, схема установки для удаления влаги из сырья нагретым диоксидом углерода, план этапов двухстадийной сушки плодов, схема автоматизированной экструзионной установки, графики контроля за содержанием влаги и каротиноидов в объектах исследования. Выполненные исследования вошли в состав диссертационной работы первого автора статьи.

Ключевые слова: мясорастительное сырье, экструзия, сухие завтраки, математическое моделирование, автоматизированная экструзионная установка.

Medvedev A.M.
Kuban State Technological University

Kasyanov G.I.
Russian Engineering Academy

Yarenkov M.A.
Kuban State Technological University

Annotation. The automation of multi-component snack production processes is a highly relevant issue. The objective of this study was to mathematically model the extrusion processing of agro-food raw materials in the production of breakfast cereals. Specific research results include the development of a mathematical model for optimizing raw material composition, calculating the optimal composition, and verifying compliance with nutrient content restrictions according to the process instructions. A diagram of a unit for removing moisture from raw materials using heated carbon dioxide is presented, a plan for the stages of two-stage fruit drying, a diagram of an automated extrusion unit, and graphs for monitoring moisture and carotenoid content in the test samples. The completed research is included in the dissertation of the first author of this article.

Keywords: meat and vegetable raw materials, extrusion, dry breakfasts, mathematical modeling, automated extrusion unit.

Продукты быстрого питания, типа снеков или сухих завтраков, относятся к продуктам специализированного назначения [1]. Они, как правило, низкокалорийные и позволяют утолять чувство голода между основными приемами пищи. Обработка пищевого сырья электромагнитным полем низкой частоты позволяет снизить бактериальную обсемененность и оптимизировать функциональные свойства [2]. Есть информация о влиянии ЭМП НЧ на структуру воды в растительных и животных тканях.

С появлением интернет-технологий появилась возможность организовать имитационное функционирование средств дистанционного контроля параметров объекта измерений [3]. На кафедре автоматизации КубГТУ накоплен опыт создания систем управления тепломассообменными процессами объектов исследования [4, 8].

На кафедре технологического оборудования и систем жизнеобеспечения выполнены фундаментальные исследования по совершенствованию техники и технологии сухих завтраков из комбинированного агропищевого сырья [5, 11, 12]. Выполненный цикл работ позволил запатентовать и внедрить в опытно-промышленное производство изготовление отечественных снеков и сухих завтраков. Ряд работ посвящен разработке экструдированных мясорастительных продуктов [6, 10]. Особое внимание уделяется использованию методов математической статистики в контроле за параметрами качества сырья и готовой продукции в период хранения [7].

Разработаны способы контроля параметров процесса экструзии масличного сырья на двухшнековом экструдере [9, 14]. Зарегистрирована программа для ЭВМ контроля за степенью обезвоживания объектов бахчевых культур [13]. Выполненный обзор литературы выявил основные преимущества и возникающие проблемы при производстве многокомпонентных продуктов питания.

Разработка рецептур сухих завтраков требует согласования требований пищевой ценности продукта с органолептическими свойствами. Возможна оптимизация состава и органолептических показателей готового продукта с минимально возможным гликемическим индексом. При разработке рецептур продуктов с минимально возможным гликемическим индексом мы базировались на принципах пищевой комбинаторики. Исходными компонентами моделирования состава явилось сырье, содержащее необходимые нутриенты. При моделировании состава разрабатываемых продуктов учитывали суточную потребность в нутриентах и допустимые нормы их содержания в оптимальной рецептуре. Адекватный и верхний допустимый уровень потребления питательных веществ определяли на основе МР 2.3.1.2432.

Математическая модель оптимизации состава должна учитывать органолептические характеристики комбинированного продукта. Решение представленной задачи находили методом экспертных оценок, при котором органолептические показатели определяются на основе ранжирования мнения экспертов при попарном сравнении предложенных образцов. Ставилась задача разработать алгоритм оптимизации, который позволил бы моделировать продукты с максимально возможным значением органолептических показателей при условии оптимальной сбалансированности нутриентов (белки-жиры-углеводы) и с минимально возможным гликемическим индексом. Для этих целей использовалась многокритериальная оптимизация показателя сбалансированности состава, оценки органолептических свойств, на основе методов регрессионного анализа и математического программирования, реализованных средствами математических программных сред Statistica и MathCAD.

На первом этапе устанавливается связь органолептического критерия Ko с количественным составом X рецептуры, где $X = \{x_1, \ldots, x_n\}$ – вектор с весами (г или мг) каждого продукта в смеси, методом регрессионного анализа рейтинговой оценки органолептических показателей. Исходными данными для получения регрессионной модели органолептической оценки являются данные дегустационного анализа продукта на контрольной группе испытуемых.

На втором этапе проводится свёртка критериев по мультипликативной модели несимметричных функций желательности. Расчёты проведены в MathCAD. Закон смешивания j-тых показателей-ингредиентов (углеводы, железо и т.д.), содержащихся в каждом i-том компоненте смеси (ягоды, зерно, орехи и т.д.), предполагался аддитивным (линейным):

$$b_j(X) = \sum_{i=1}^{n} A_{i,j} x_i, \quad (1)$$

где $A_{i,j}$ – исходные данные по содержанию j-го показателя-ингредиента, $1 \le j \le N$, в i-том компоненте, $1 \le i \le n$.

Требуемое эталонное сбалансированное содержание показателей-ингредиентов взято из табличных данных. Отклонения показателей в любую сторону нежелательны, поэтому они должны входить в интервал j-го частного критерия сбалансированности по j-му показателю-ингредиенту применимо к произведению кривых Гомперца:

$$K_j(b_j) = e^{-e^{-r(b_j - s)} - e^{u(b_j - w)}}, \quad (2)$$

где параметры s – середина между неприемлемым дефицитом и нижней границей нормы показателя-ингредиента, w – середина между неприемлемой передозировкой и верхней границей нормы показателя-ингредиента; если r может быть обратно пропорциональным крутизне левого подъёма, то *u* должно быть обратно пропорционально крутизне правого спада.

Критерий сбалансированности (от 0 до 1) смеси по мультипликативной модели имеет вид:

$$K_S(X) = \sqrt[N]{K_1(b_1) \cdot K_2(b_2) \cdot \ldots \cdot K_N(b_N)}. \quad (3)$$

Критерий K_{GI} для гликемического индекса может быть вычислен следующим образом:

$$K_{GI}(X) = K_{N+1}\left(\sum_{i=1}^{n} ГИ_i \cdot A_{i,j=углеводов} x_i\right). \quad (4)$$

Свёртка критериев Ko, Ks и K_{GI} предлагается как функция желательности всей смеси, трактуемой в % от «идеального»:

$$K(X) = 100\sqrt[3]{K_O(X) \cdot K_S(X) \cdot K_{GI}(X)} \xrightarrow[X=?]{} \max \quad (5)$$

Максимизация критерия (6) с указанием допустимого множества положительность аргументов, ограничения содержания компонентов-нутриентов, показателей-ингредиентов по МР 2.3.1.2432 составляет постановку задачи оптимизации.

На каждом этапе третья задача оптимизации решается методами математического программирования с помощью MathCAD. Произведён расчёт оптимального состава и реализована проверка выполнения ограничений содержания нутриентов по МР 2.3.1.2432.

В результате из нескольких вариантов композиций, приближенных к заданным параметрам, выбирается наиболее сбалансированный и по химическому составу, и по органолептическим показателям, и по гликемическому индексу.

Особенности удаления влаги из сырья

С целью удаления фитиновой кислоты из свежих орехов их предварительно замачивают в сатурированной воде. Для удаления влаги из исследуемого сырья с целью сокращения времени технологического цикла использовали разработанную установку для обезвоживания сырья в среде диоксида углерода.

На рисунке 1 приведена схема установки для сушки агропищевого сырья.

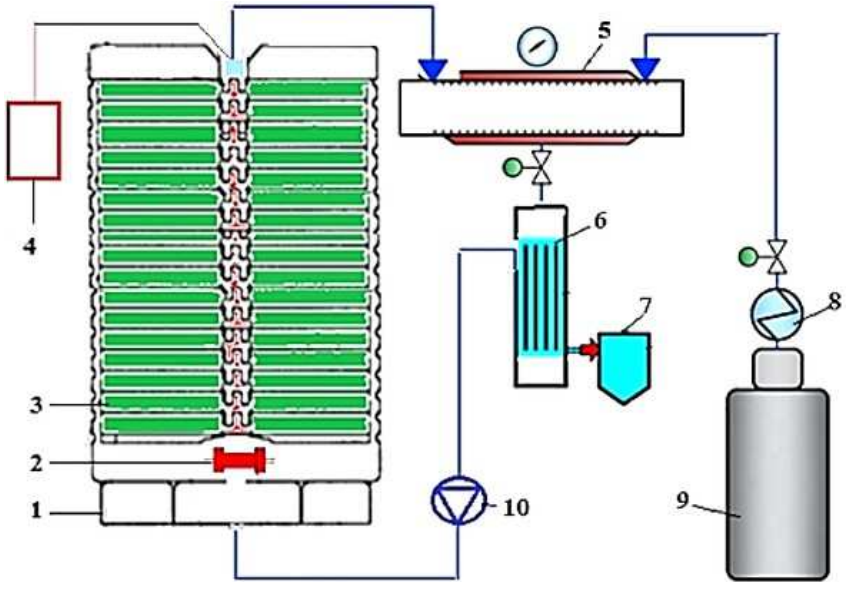


Рисунок 1 – Установка обезвоживания агропищевого сырья в среде CO_2:
1 – поддон для инертного газа; 2 – ТЭН; 3 – лотки с сырьем; 4 – генератор ЭМП НЧ;
5 – конденсатор; 6 – сепаратор; 7 – сборник воды; 8 – редуктор; 9 – баллон; 9 – насос

Сушильная камера устройства для обезвоживания растительного сырья помещена в термоизолированный корпус и установлена на основание с поддоном для всасывания диоксида углерода. В междурядье проходит вытяжная труба, имеющая патрубки для отработанного газа и соединяющая полость для всасывания диоксида углерода с конденсатором. Отличительной особенностью установки является возможность регенерации отработанного диоксида углерода, ожижения его в конденсаторе

для последующего возврата в цикл. Рядом с теплоизолированным корпусом установлен генератор электромагнитного поля низкой частоты с излучателями, установленными и внутри сушильной камеры. Осуществляется интенсификация процесса обезвоживания пастильных масс за счет их пропитки сжиженным углекислым газом при давлении выше атмосферного с последующим резким сбросом давления, сушки сырья в среде углекислого газа и воздействии на обрабатываемую массу амплитудномодулируемого ЭМП НЧ с частотой 18–55 Гц. Низкая температура обезвоживания позволяет получать продукт без разрушения витаминных и биологически активных комплексов.

В процессе обезвоживания сырья важной задачей является достижение заданной влажности W продукта с минимальным разрушением его каротиноидного состава.

Эту задачу можно решить в рамках формализации процесса сушки с термобарическим режимом с экстремалями T(t) и P(t), максимизирующим содержание каротиноидов в каждом j-м этапе сушки – в моменты времени $t_к^j$, при заданных параметрах Wk^j на влажность. Здесь верхний индекс j = 1 и j = 2 указывает номер этапа комбинированной сушки: j = 1 гелио и j = 2 в среде инертного газа. Необходимо решить задачу поиска условного экстремума функционала при смешанных ограничениях (изопериметрическая задача при ограничениях типа неравенств):

$$vit\ C_{к\ T(t)=?,\ P(t)=?}^{j} \longrightarrow max, \tag{6}$$

$$W^j\left(t_к^j\right) = W_к^j, \tag{7}$$

при $$T^j(t) \geq 0; \quad P^j(t) \geq 0, \ 0 \leq t \leq t_к. \tag{8}$$

Для полной постановки задачи (6) (8) необходимо указать зависимости целевого функционала (6) и уравнения связи типа равенства (7) от переменных по времени t температуры T(t) и давления P(t) термобарического режима сушки. Необходимо построение модели прогноза величин показателей качества продукта с течением времени, если известны их величины в некоторый начальный момент времени. Общий вид регрессионной модели с интегралом памяти (типа Вольтерра, 2 рода), учитывающий предысторию процесса, для некоторого показателя R следующий:

$$R(t) = f(t, W(t), T(t)) + \int_0^t K(t-\tau, W(\tau), T(\tau), R(\tau))d\tau, \tag{9}$$

где вид функций f и K (ядро типа свёртки) должен быть задан. Если ядро K линейно по W, T с множителем P, а также линейно либо показательно (т.е. с «кратковременной памятью») по времени, то (4) как частный случай интегрального уравнения с вырожденным ядром эквивалентно некоторому релаксационному дифференциальному уравнению, с эффектом затухания или усиления.

По данным профессора С.В. Усатикова, регрессионная модель с памятью получается при ядре K, которое не зависит от показателя R. Можно рассмотреть функции f, квадратичные по W и T, а также K, с кратковременной памятью» по времени:

$$R(t) = R(0) + \int_0^t \left(a_1 T(\tau) + b_1 W(\tau) + a_2 (T(\tau))^2 + b_2 (P(\tau))^2 + cT(\tau)P(\tau)\right) e^{\alpha(\tau - t)} d\tau, \tag{10}$$

где параметры регрессии a_1^j, a_2^j, b_1^j, b_2^j, c^j и a^j определяются для каждого j-го этапа методом наименьших квадратов по N шагам-измерениям с интервалом Δt^j по времени показателя R_i^j в зависимости от влажности W_i^j и температуры зерна T_i^j (1£i£N, 1£j£2). После сплайн-интерполяции функций $W^j(t)$ и $T^j(t)$ по измерениям W_i^j и T_i^j минимизируется функция ошибки:

$$E(a_1, a_2, b_1, b_2, c, \alpha) = \sum_{i=1}^{N} \left(R_i - \left\{ R_0 + \int_0^{i \cdot \Delta t} \left(\begin{array}{l} a_1 T(\tau) + b_1 W(\tau) + a_2 (T(\tau))^2 + \\ + b_2 (P(\tau))^2 + cT(\tau)P(\tau) \end{array} \right) e^{\alpha(\tau - i \cdot \Delta t)} d\tau \right\} \right)^2 . \tag{11}$$

Известно, что стандартные пакеты математической статистики не производят обработку моделей (10) или (11), поэтому необходимо применение средств пакетов MathCAD, Maple, MatLab или Wolfram Mathematica.

Для обогащения состава орехово-зерновых завтраков веществами с антиоксидантной и витаминной направленностью предложено изготавливать пищевые добавки из высушенных плодов. В связи с тем, что в состав сухих завтраков рекомендовано включать плодовый порошок, необходимо спланировать этапы удаления влаги в период конвективной и СВЧ-сушки.

Экспериментальные данные о двухэтапном процессе сушки плодов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Планирование этапов двухстадийной сушки плодов

1 этап с использованием процесса конвективной газовой сушки	№ опыта	Условия опытов			Результаты измерений	
		темп-ра, °С	давление, МПа	влагосодержание начальн., %	каротиноиды мг/100 г	влагосодержание конечн., %
	1	33	32	90	22	74,5
	2	36	34	74,5	21,56	67,5
	3	38	36	67,5	21,10	52
	4	42	38	52	20,76	45,5
	5	44	40	45,5	20,43	41
2 этап досушка в СВЧ-печи	1	35	0,007	41	20,58	35,5
	2	36	0,007	35,5	20,65	28,5
	3	37	0,008	28,5	20,77	20
	4	38	0,008	20	20,83	14,5
	5	38	0,008	14,5	20,88	12

Продолжительность каждого i-го (i = 1, …, N; N = 5) шага опыта j = 1 этапа – 30 мин, продолжительность каждого шага опыта j = 2 этапа – 2 мин.

Обработка по (6) данных таблице 1 в MathCAD v.15 позволила получить следующую связь между термобарическим режимом и показателями сырья (рис. 2):

$$C^j(t) = C_0{}^j + \int_0^t (a_1{}^j T + a_2{}^j T^2 + b_1{}^j P + b_2{}^j P^2 + c^j TP) e^{-\alpha^j (t-\tau)} d\tau, \quad (12)$$

где $\begin{pmatrix} a1 \\ a2 \\ b1 \\ b2 \\ c \\ \alpha \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -3.399 \times 10^{-3} \\ 0.015 \\ 0.022 \\ 0.017 \\ -0.032 \\ 0.143 \end{pmatrix}$ при j = 1 и $\begin{pmatrix} a1 \\ a2 \\ b1 \\ b2 \\ c \\ \alpha \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0.027 \\ 8.742 \times 10^{-4} \\ 0.022 \\ 0.017 \\ -0.027 \\ 0.474 \end{pmatrix}$ при j = 2;

$$W^j(t) = W_0{}^j + \int_0^t (A_1{}^j T + A_2{}^j T^2 + B_1{}^j P + B_2{}^j P^2 + C^j TP) e^{-\beta^j (t-\tau)} d\tau, \quad (13)$$

где $\begin{pmatrix} a1 \\ a2 \\ b1 \\ b2 \\ c \\ \alpha \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1.152 \times 10^{-3} \\ 6.534 \times 10^{-5} \\ -0.015 \\ -5.308 \times 10^{-3} \\ 5.188 \times 10^{-3} \\ -6.887 \times 10^{-3} \end{pmatrix}$ при j = 1 и $\begin{pmatrix} a1 \\ a2 \\ b1 \\ b2 \\ c \\ \alpha \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.655 \\ -0.092 \\ 0.396 \\ -1.42 \times 10^{-3} \\ 64.868 \\ 0.396 \end{pmatrix}$ при j = 2.

На рисунке 2 представлена схема автоматизированной экструзионной установки.

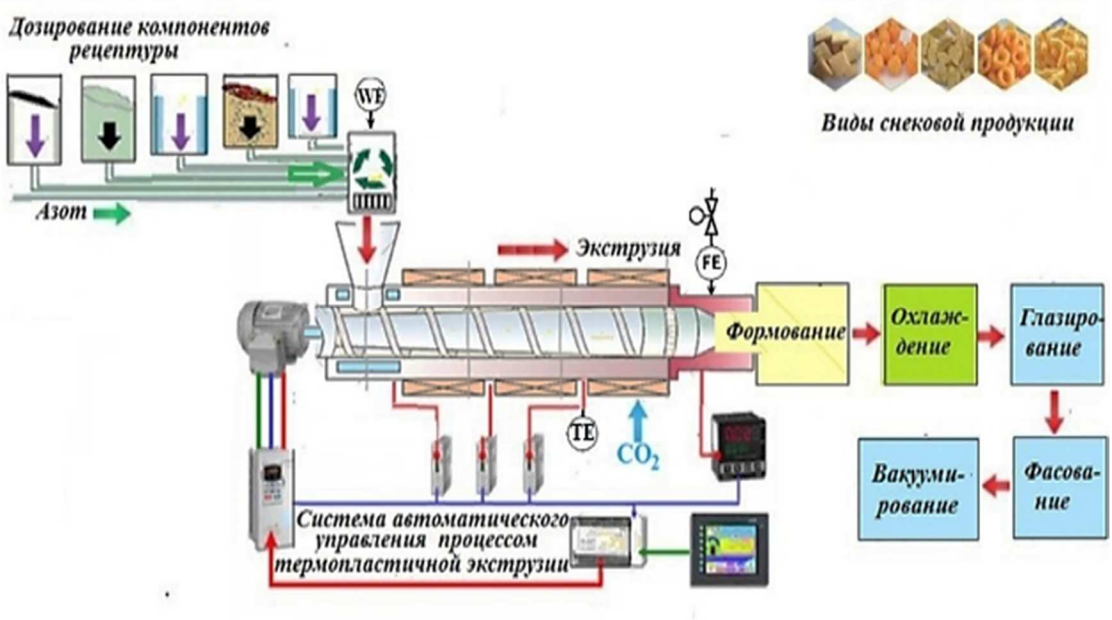


Рисунок 2 – Схема автоматизированной экструзионной установки

Показанная на рисунке 2 установка позволяет осуществлять автоматический контроль параметров производства снековой продукции.

На рисунке 3 приведена графическая модель содержания каротиноидов и влаги в растительном сырье, используемом для производства сухих завтраков.

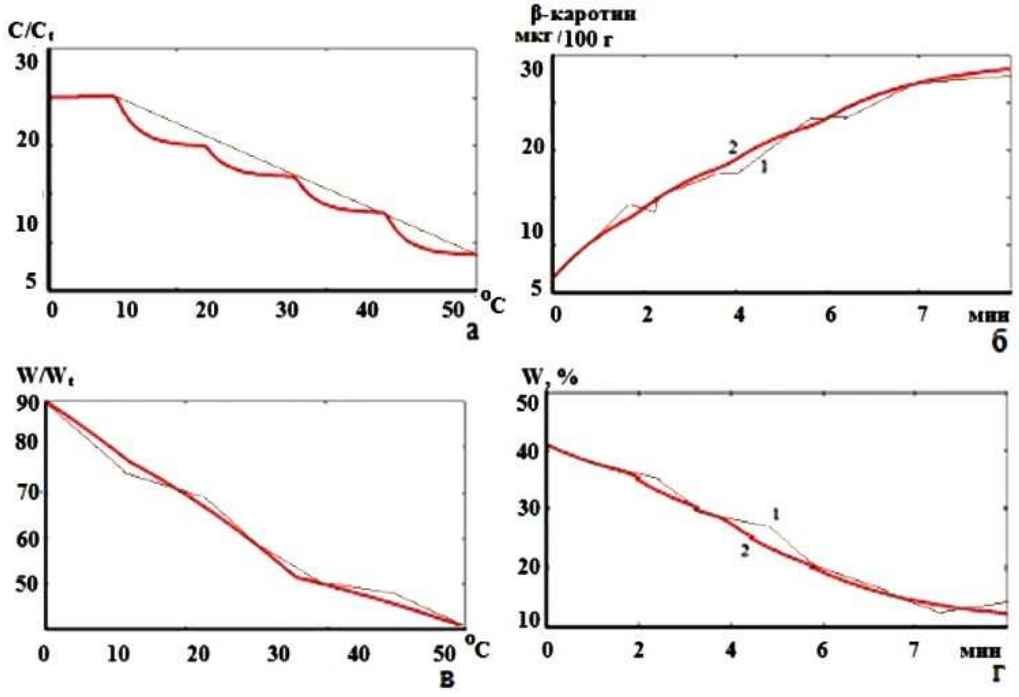


Рисунок 3 – Графическая модель содержания влаги и каротиноидов в растительном сырье, используемом для производства сухих завтраков: (а – j = 1, б – j = 2) и влаги (в – j = 1, г – j = 2)

Судя по данным приведенных графиков, содержание каротиноидов в сырье для сухих завтраков повышается в период удаления влаги.

Заключение. Выполнено исследование по математическому моделированию процесса экструзионной обработки агропищевого сырья при производстве сухих зав-

траков. Разработана математическая модель оптимизации состава сырья, выполнен расчёт оптимального состава и реализована проверка выполнения ограничений содержания нутриентов по технологической инструкции, представлена схема установки для удаления влаги из сырья нагретым диоксидом углерода, подготовлен план этапов двухстадийной сушки плодов, разработана и запатентована схема автоматизированной экструзионной установки, приведены графики контроля за содержанием влаги и каротиноидов в объектах исследования. Результаты исследования вошли в состав диссертационной работы первого автора статьи.

Литература

1. Бородихин А.С. Особенности технологии продуктов специализированного назначения / А.С. Бородихин, А.М. Медведев // 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. 346–351.
2. Бугаец Н.А. Модификация белковых продуктов из семян кунжута обработкой электромагнитными полями крайне низких частот для оптимизации функциональных свойств / Н.А. Бугаец, С.В. Усатиков // В сборнике: Олимпийское наследие и крупномасштабные мероприятия: влияние на экономику, экологию и социокультурную сферу принимающих дестинаций в условиях цифровизации. Материалы XII Международной научно-практической конференции в рамках Международного туристского форума «Национальный проект «Туризм и индустрия гостеприимства» как инструмент трансформации экономики и социально-культурной сферы курортно-туристских дестинаций России». – Сочи, 2021. – С. 23–241.
3. Бузько А.Т. Разработка программы имитационного моделирования приборов и средств измерений с применением интернет-технологий / А.Т. Бузько, П.Е. Чечель, Е.В. Ожогова // В сборнике: Молодежная наука. Сборник лучших научных работ молодых ученых. Материалы LI студенческой научной конференции. – Краснодар, 2024. – С. 293–299.
4. Лубенцов В.Ф. Анализ действия возмущений и случайных помех в системах управления с динамическими компенсаторами и наблюдателями состояния / В.Ф. Лубенцов, Е.В. Лубенцова, Н.О. Лужевский // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2025. – № 10. – С. 22–30.
5. Медведев А.М. Разработка технологий многокомпонентных орехово-зерновых сухих завтраков : дис. … на соискание ученой степени кандидата технических наук / А.М. Медведев; «Кубанский государственный технологический университет». 30.06.2022. – 153 с.
6. Медведев А.М. Технология и рецептура комбинированного мясорастительного продукта / А.М. Медведев, М.А. Яренков // 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. 138–143.
7. Математическая оценка влияния комплексной обработки яблок перед закладкой на хранение на качество продукции / М.Д. Назарько [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2023. – № 5–6(394). – С. 132–139.
8. Ожогова Е.В. Разработка и исследование системы автоматического управления тепловыми процессами биогазовой установки / Е.В. Ожогова, В.Ф. Лубенцов, Е.В. Лубенцова // Автоматизация. Современные технологии. – 2024. – Т. 78. – № 2. – С. 54–60.
9. Патент на полезную модель RU 221906, Двухшнековый пресс-экструдер для отжима масла из масличного материала / А.В. Гукасян, В.С. Косачев, Д.А. Шилько. 29.11.2023. Заявка № 2023126222 от 13.10.2023.
10. Патент на промышленный образец RU 141180. Схема «Экспериментальная линия производства сухих завтраков» / Г.И. Касьянов, А.М. Медведев. 26.03.2024. Заявка № 2023506016 от 30.11.2023.
11. Патент на промышленный образец RU 141983. Схема «Линия производства сухих завтраков из комбинированного мясорастительного сырья» / Г.И. Касьянов, А.М. Медведев. 17.05.2024. Заявка № 2023506208 от 12.12.2023.
12. Патент на промышленный образец RU 149584. Схема «Экструзионный способ промышленного изготовления комбинированных снеков» / А.М. Медведев, Г.И. Касьянов, Н.Б. Савицкий, Е.В. Шейкина. 09.10.2025. Заявка № 2025501047 от 26.02.2025.

13. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018618148. Программа для построения регрессионной модели процесса комбинированной CO_2-сверхкритической и вакуумной СВЧ-сушки бахчевых культур / Е.В. Иночкина, С.В. Усатиков, Г.И. Касьянов. 10.07.2018. Заявка № 2018615289 от 23.05.2018.
14. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2023616255. Программа для расчета расходно-напорных характеристик пресс-экструдера / А.В. Гукасян, В.С. Косачев, Д.А. Шилько, Д.К. Правдухин, А.Ю. Ковалевский. 23.03.2023. Заявка № 2023614574 от 14.03.2023.

References

1. Borodikhin A.S. Features of the technology of specialized products / A.S. Borodikhin, A.M. Medvedev // 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. 346–351.
2. Bugayets N.A. Modification of protein products from sesame seeds by treatment with electromagnetic fields of extremely low frequencies to optimize functional properties / N.A. Bugayets, S.V. Usatikov // In the collection: Olympic legacy and large-scale events: impact on the economy, ecology and socio-cultural sphere of host destinations in the context of digitalization. Proceedings of the XII International scientific and practical conference within the framework of the International Tourism Forum «National project «Tourism and hospitality industry» as a tool for transforming the economy and socio-cultural sphere of resort and tourist destinations of Russia». – Sochi, 2021. – P. 23–241.
3. Buzko A.T. Development of a program for simulation modeling of measuring devices and instruments using Internet technologies / A.T. Buzko, P.E. Chechel, E.V. Ozhogova // In the collection: Youth Science. Collection of the best scientific works of young scientists. Proceedings of the 1st student scientific conference. – Krasnodar, 2024. – P. 293–299.
4. Lubentsov V.F. Analysis of the action of disturbances and random noise in control systems with dynamic compensators and state observers / V.F. Lubentsov, E.V. Lubentsova, N.O. Luzhevsky // Devices and systems. Control, monitoring, diagnostics. – 2025. – № 10. – P. 22–30.
5. Medvedev A.M. Development of technologies for multicomponent nut-grain breakfast cereals : dis. ... for the degree of candidate of technical sciences / A.M. Medvedev; «Kuban State Technological University». 06/30/2022. – 153 p.
6. Medvedev A.M. Technology and formulation of a combined meat-vegetable product / A.M. Medvedev, M.A. Yarenkov // 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. 138–143.
7. Mathematical assessment of the impact of complex processing of apples before storage on product quality / M.D. Nazarko [et al.] // News of higher educational institutions. Food technology. – 2023. – № 5–6(394). – P. 132–139.
8. Ozhogova E.V. Development and study of an automatic control system for thermal processes of a biogas plant / E.V. Ozhogova, V.F. Lubentsov, E.V. Lubentsova // Automation. Modern technologies. – 2024. – Vol. 78. – № 2. – P. 54–60.
9. Patent for utility model RU 221906, Twin-screw press extruder for squeezing oil from oilseed material / A.V. Gukasyan, V.S. Kosachev, D.A. Shilko. 11/29/2023. Application № 2023126222 dated 10/13/2023.
10. Industrial Design Patent RU 141180. Scheme «Experimental Breakfast Cereal Production Line» / G.I. Kasyanov, A.M. Medvedev. March 26, 2024. Application № 2023506016 dated November 30, 2023.
11. Industrial Design Patent RU 141983. Scheme «Production Line for Breakfast Cereals from Combined Meat and Vegetable Raw Materials» / G.I. Kasyanov, A.M. Medvedev. May 17, 2024. Application № 2023506208 dated December 12, 2023.
12. Patent for industrial design RU 149584. Scheme «Extrusion method for industrial production of combined snacks» / A.M. Medvedev, G.I. Kasyanov, N.B. Savitsky, E.V. Sheykina. 09.10.2025. Application № 2025501047 dated 26.02.2025.
13. Certificate of Registration of Computer Program RU 2018618148. Program for Constructing a Regression Model for Combined CO2-Supercritical and Vacuum Microwave Drying of Melons / E.V. Inochkina, S.V. Usatikov, G.I. Kasyanov. July 10, 2018. Application № 2018615289 dated May 23, 2018.
14. Certificate of Registration of Computer Program RU 2023616255. Program for Calculating the Flow-Head Characteristics of a Press Extruder / A.V. Gukasyan, V.S. Kosachev, D.A. Shilko, D.K. Pravdukhin, A.Yu. March 23, 2023. Application № 2023614574 dated 03/14/2023.

УДК 553.981.8

ОБЗОР ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА

♦♦♦♦♦

OVERVIEW OF INNOVATIVE METHODS FOR ASSOCIATED PETROLEUM GAS UTILIZATION

Проскурякова Алёна Сергеевна
магистрант,
Самарский государственный технический университет
proskuriackovaa@yandex.ru

Шейкина Марина Александровна
кандидат технических наук,
доцент,
Самарский государственный технический университет
sheikina.ma@samgtu.ru

Аннотация. В статье представлены инновационные технологии использования попутного нефтяного газа (ПНГ) и проанализированы известные патенты. Применение описанных технологий способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду и минимизации экономических потерь в нефтяной промышленности. Кроме того, использование ПНГ в качестве сырья для получения энергии и продукции с высокой добавленной стоимостью повышает общую эффективность использования ценного ресурса.

Ключевые слова: попутный нефтяной газ, переработка, технологии, инновации, утилизация газа.

Proskuryakova Alena Sergeevna
Master's Student,
Samara State Technical University
proskuriackovaa@yandex.ru

Sheikina Marina Aleksandrovna
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Samara State Technical University
sheikina.ma@samgtu.ru

Annotation. This article presents innovative technologies for utilizing associated petroleum gas (APG) and analyzes known patents. The application of these technologies helps reduce the negative environmental impact and minimize economic losses in the oil industry. Furthermore, using APG as a feedstock for energy production and high-value-added products improves the overall efficiency of this valuable resource.

Keywords: associated petroleum gas, processing, technology, innovation, gas utilization.

Попутный нефтяной газ представляет собой смесь углеводородов, включающую метан, этан, пропан, бутан, пентан, гексан, гептан и другие примеси [1]. В большинстве случаев ПНГ сжигается на факелах без последующей переработки.

Согласно международной инициативе «За полное прекращение практики сжигания попутного газа к 2030 году», принятой Генеральным секретарём ООН Пан Ги Муном и Президентом Группы Всемирного банка Джим Ен Кимом [2], планируется прекращение практики сжигания попутного газа на нефтяных месторождениях по всему миру.

По данным Всемирного банка, в 2023 году объем сжигания газа увеличился на 7 % и составил 148 млрд м^3. К крупнейшим странам – источникам выбросов – относятся Россия, Иран, Ирак, США, Венесуэла, Алжир, Ливия, Нигерия и Мексика. В России при снижении добычи нефти на 2 % объём сжигания ПНГ, напротив, вырос на 11 %.

Факельное сжигание газа приводит к серьёзным экологическим последствиям: загрязнению атмосферы, почвы и водных объектов. В процессе горения образуются диоксид серы, оксиды азота и углерода, сернистый ангидрид, бензапирен и другие токсичные соединения, тепловое воздействие факелов может распространяться на расстояние до 5 км, вызывая деградацию почвы и изменение состава донных отложений в водоёмах. Продукты химической реакции, оседающие на почве, провоцируют выгорание органического вещества на расстоянии до двухсот метров. В воде формируется пленка, которая препятствует поступлению кислорода, а тяжёлые фракции, оседающие в водоёмах, изменяют состав донных отложений. Кроме экологического ущерба, сжигание ПНГ влечёт значительные экономические потери.

К наиболее распространённым способам рационального использования ПНГ относятся:

– переработка на газоперерабатывающих заводах (ГПЗ);
– производство электроэнергии;

– закачка в пласт для поддержания пластового давления;
– химическая переработка в синтетические углеводороды.

Ниже рассмотрены способы рационального использования попутного нефтяного газа.

Газопоршневые электростанции для майнинга

Современные вычислительные задачи, связанные с майнингом криптовалют, требуют значительных энергетических ресурсов. В ряде стран проблема энергоснабжения решается за счёт использования газопоршневых электростанций (ГПЭС), работающих на различных видах газа — факельном, бутане, пропане, пиролизном и других.

Установка ГПЭС на нефтепромыслах для майнинга криптовалют позволяет сократить затраты на транспортировку и хранение ПНГ, одновременно снижая объёмы его сжигания.

Авторы патента [3] предлагают способ работы газового поршневого двигателя с искровым зажиганием, при котором во время сжатия часть газовоздушной смеси из цилиндра двигателя (камеры сгорания) поступает в камеру зажигания и смешивается с горячими остаточными газами (500–700 °C) [4–5]. Это инициирует реакции конверсии метана и низших алканов в водород и оксид углерода, повышая эффективность процесса. Общий вид газопоршневой электростанции представлен на рисунке 1.

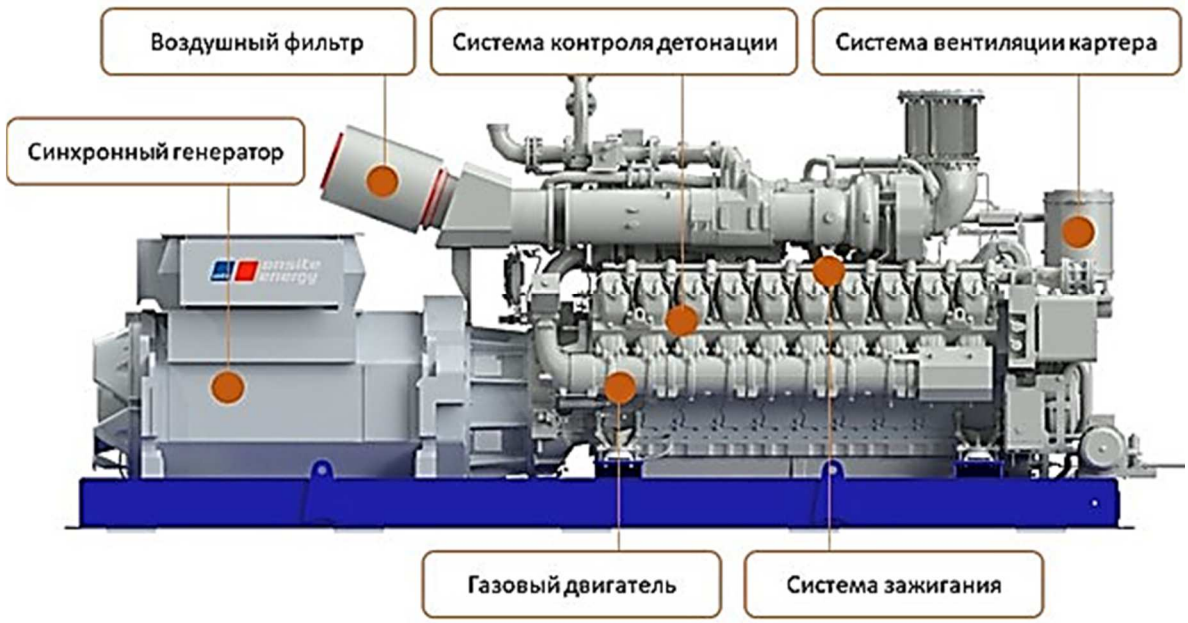


Рисунок 1 – Общий вид газопоршневой электростанции

В России аналогичный подход реализован компанией «Газпром нефть» совместно с ООО «Центр компьютерных технологий Vekus». В 2020 году ими был запущен пилотный проект «майнинговый отель» в Ханты-Мансийском автономном округе на залеже им. Александра Жагрина, где переработка 49500 м³ газа за первый месяц позволила добыть 1,8 биткоина, что на декабрь 2021 г. составило 6,236 млн рублей.

Использование эжектора для однотрубного транспорта нефти и газа

Существующий способ разделения продукции на жидкую и газовую фазы [6] на дожимных насосных станциях и их раздельный трубопроводный транспорт требует значительных капиталовложений при отсутствии газопроводов.

Одним из перспективных путей сокращения потерь нефтяного газа является совместный транспорт нефтегазовой смеси на установки подготовки нефти по существующим нефтепроводам. Экономически эффективный однотрубный транспорт нефти и газа возможно реализовать с помощью струйных аппаратов – эжекторов (рис. 2). Использование эжекторов позволяет снизить капитальные расходы на строительство газопроводов, а также повысить уровень рационального использования газа.

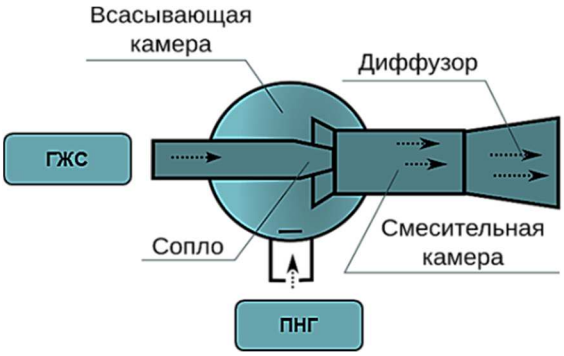


Рисунок 2 – Принципиальная конструкция эжектора

Согласно патенту [7], в эжекторе активная жидкость (например, нефть) подаётся под давлением через сопло, на выходе из которого она приобретает большую скорость. Газовая среда разгоняется с помощью вращающихся лопастей разгонного устройства, что обеспечивает равномерное смешение и минимальные потери энергии. Через приемную камеру активная среда увлекает за собой газ. Далее образовавшаяся двухфазная смесь направляется в диффузор и транспортируется в нефтепровод.

При использовании эжекторов в системе транспорта нефтегазовой смеси могут присутствовать сепараторы для разделения рабочей жидкости и газа и насосная установка для подачи жидкости в сопло эжектора. В таком случае система транспорта может выглядеть следующим образом.

Газожидкостная смесь с месторождений поступает на ДНС в нефтегазовый сепаратор, где происходит разделение на жидкую и газовую фазы. Отсепарированная жидкость поступает на прием насосного агрегата, который подает ее на эжектор, газ поступает в эжектор. В струйном аппарате происходит смешение газа с пластовой жидкость и компримирование. Повторно образовавшаяся газожидкостная смесь поступает в нефтепровод и транспортируется на установку подготовки нефти. Технологическая схема процесса представлена на рисунке 3.

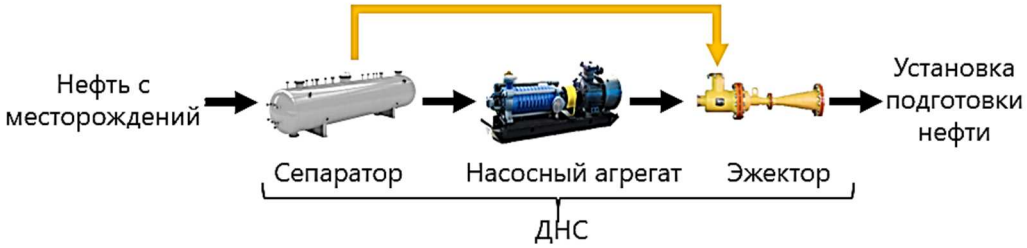


Рисунок 3 –Технологическая схема транспорта газожидкостной смеси с помощью эжектора

При определении возможности внедрения эжектора в систему транспорта необходимо учесть следующие параметры [8]:

– коэффициент эжекции, то есть отношение расхода эжектируемой среды (пассивной среды – газа) к расходу рабочей среды (активной среды – жидкости);

– геометрические размеры эжектора (размеры сопла, расстояние от среза сопла до входа в камеру смешения и др.).

Переработка ПНГ в жидкие углеводороды (искусственную нефть)

Перспективным направлением переработки ПНГ является технология Gas-to-Liquids (GTL), широко применяемая в Китайской Народной Республике (рис. 4). Её суть заключается в преобразовании природного газа в жидкие углеводороды с выделением лёгкого бензина, а также сжиженного и сухого газа.

Из выделенного сухого газа по методу Фишера-Тропша получают искусственную нефть, которую впоследствии можно переработать в легкий бензин и дизельное топливо. Данный метод заключается в химической реакции, в результате которой смесь

монооксида углерода (CO) и водорода (H_2) преобразуется в различные жидкие углеводороды.

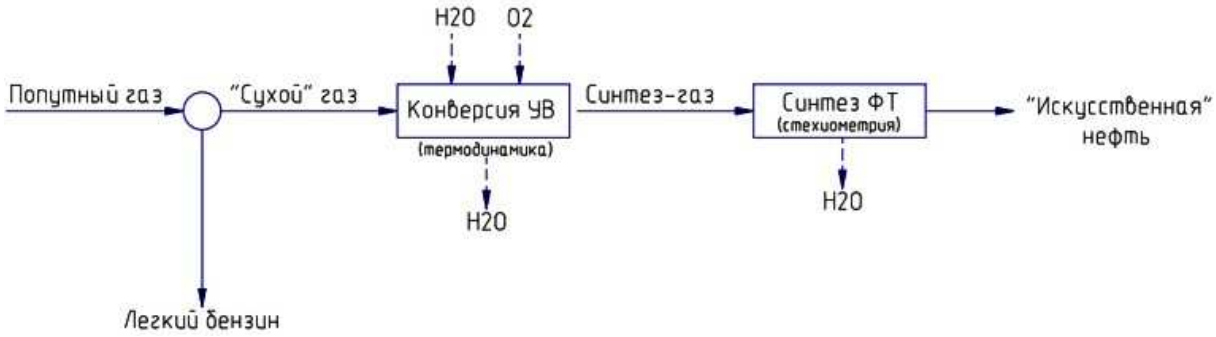


Рисунок 4 – Переработка НПГ на основе химических процессов GTL

По данным исследователей [9], из 8 млрд м³ переработанного газа можно получить до 400 тыс. т лёгкого бензина, 2 млн т сжиженного газа и 3 млн т синтетической нефти, что существенно повышает экономическую эффективность использования ПНГ.

Таким образом, отмечена тенденция к использованию попутного нефтяного газа для выработки электроэнергии и транспорта совместно с нефтяной эмульсией для дальнейшей переработки в нефтепродукты.

Предложенные решения соответствуют принципам международной инициативы «За полное прекращение практики сжигания попутного газа к 2030 году», обеспечивая экологическую безопасность и экономическую целесообразность нефтегазового производства.

Литература

1. Попутный нефтяной газ // Wikipedia: свободная энциклопедия. – URL : ru.wikipedia.org (дата обращения 20.10.2025).
2. Страны и нефтяные компании договорились о прекращении практики факельного сжигания газа. – URL : https://www.oilexp.ru/news/russia/strany-i-neftyanye-kompanii-dogovorilis-o-prekrashhenii-praktiki-fakelnogo-szhiganiya-gaz (дата обращения 20.10.2025).
3. Патент № 2535308C2 Российская Федерация. Способ организации рабочего процесса газового поршневого двигателя с искровым зажиганием: № 2013109086/06A: заявл. 20.04.2012: опубликовано 10.12.2014 / К.И. Федин.
4. Крестьянцев А.Б. Внедрение LNG как бункерного топлива на водном транспорте / А.Б. Крестьянцев, А.М. Луцкевич, С.А. Скуднев. – URL : https://elibrary.ru/item.asp?id=19020086 (дата обращения 20.10.2025).
5. Федин К.И. приумножение энергии в глобальных масштабах. Производство для энергетики // Опыт создания и эксплуатации СА для энергетических компаний. Альтернативная энергетика. – 2016. – № 10(87). – С. 2–6.
6. Перекачка нефти эжектором / А.М. Аннушкин [и др.]. – URL : https://elibrary.ru/item.asp?id=75219463 (дата обращения 20.10.2025).
7. Патент № 225728U1 Российская Федерация. Жидкостно-газовый эжектор: № 2023132280U: заявл. 07.12.2023: опубликовано 03.05.2024 / А.Р. Исмагилов, Д.Ф. Хабарова, С.Ю. Битюцких.
8. СТО ИНТИ S.40.23-2023 Эжекторы. Общие технические условия.
9. Воробьев А.Е. Применяемые инновационные технологии переработки ПНГ в Китае / А.Е. Воробьев, Чжан Ляньцзы // Вестник Евразийской науки. – 2018. – № 2. – URL : https://esj.today/PDF/11NZVN218.pdf

References

1. Associated petroleum gas // Wikipedia: the free encyclopedia. – URL : ru.wikipedia.org (date of application 20.10.2025).
2. Countries and oil companies agreed to end the practice of gas flaring. – URL : https://www.oilexp.ru/news/russia/strany-i-neftyanye-kompanii-dogovorilis-o-prekrashhenii-praktiki-fakelnogo-szhiganiya-gaz (date of application 20.10.2025).

3. Patent № 2535308C2 Russian Federation. Method for organizing the working process of a gas piston engine with spark ignition: № 2013109086/06A: appl. 20.04.2012: published 10.12.2014 / K.I. Fedin.
4. Krestyantsev A.B. Implementation of LNG as a Bunker Fuel in Water Transport / A.B. Krestyantsev, A.M. Lutskevich, S.A. Skudnev. – URL : https://elibrary.ru/item.asp?id=19020086 (date of application 20.10.2025).
5. Fedin K.I. Energy multiplication on a global scale. Production for the energy sector // Experience in the creation and operation of SA for energy companies. Alternative Energy. – 2016. – № 10 (87). – P. 2–6.
6. Pumping oil with an ejector / A.M. Annushkin [et al.]. – URL : https://elibrary.ru/item.asp?id=75219463 (date of application 20.10.2025).
7. Patent № 225728U1 Russian Federation. Liquid-gas ejector: № 2023132280U: filed 07.12.2023: published 03.05.2024 / A.R. Ismagilov, D.F. Khabarova, S.Yu. Bityutskikh.
8. STO INTI S.40.23-2023 Ejectors. General specifications.
9. Vorobyov A.E. Innovative technologies for associated gas processing in China / A.E. Vorobyov, Zhang Lianzi // Bulletin of Eurasian Science. – 2018. – № 2. – URL : https://esj.today/PDF/11NZVN218.pdf

УДК 004

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ РАЗВЁРТЫВАНИЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ФРЕЙМВОРКА SYMFONY 7 НА ПЛАТФОРМЕ UBUNTU

♦♦♦♦♦

A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF DEPLOYING WEB APPLICATIONS BASED ON THE SYMFONY 7 FRAMEWORK ON THE UBUNTU PLATFORM

Самсонов Игорь Юрьевич
старший преподаватель кафедры математического моделирования, компьютерных технологий и информационной безопасности,
Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина
ig48sam@gmail.com

Андропова Ольга Юрьевна
старший преподаватель
кафедры математического моделирования, компьютерных технологий и информационной безопасности,
Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина
olya199612@bk.ru

Александрова Людмила Николаевна
кандидат педагогических наук,
доцент,
доцент кафедры математического моделирования, компьютерных технологий
и информационной безопасности,
Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина
alexandrovaludmila@rambler.ru

Аннотация. В статье рассматриваются методологические основы и практические подходы к развёртыванию современных веб-приложений, построенных с использованием фреймворка Symfony 7, в локальной вычислительной среде на базе операционной системы Linux (дистрибутив Ubuntu), актуальность применения которых не вызывает сомнения. Анализируются ключевые компоненты инфраструктуры – веб-сервер Apache 2, интерпретатор PHP версии не ниже 8.2, система управления зависимостями Composer, а также механизмы управления базами данных через Doctrine. Особое внимание уделено вопросам настройки прав доступа, изоляции окружения и выполнения миграций. Работа опирается на отечественные и зарубежные источники, включая официальную документацию Symfony и исследования в области DevOps-практик.

Ключевые слова: Symfony, веб-приложение, развёртывание, Apache, Linux, PHP, Doctrine, миграции, локальная среда, безопасность.

Samsonov Igor Yuryevich
Senior Lecturer at the Department of Mathematical Modeling, Computer Technologies and Information Security,
Bunin Yelets State University
ig48sam@gmail.com

Andropova Olga Yuryevna
Senior Lecturer at the Department of Mathematical Modeling, Computer Technologies and Information Security,
Bunin Yelets State University
olya199612@bk.ru

Alexandrova Lyudmila Nikolaevna
Candidate of Pedagogical Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Mathematical Modeling, Computer Technologies and Information Security,
Yelets State University named After I.A. Bunin
alexandrovaludmila@rambler.ru

Annotation. This article examines the methodological foundations and practical approaches to deploying modern web applications built using the Symfony 7 framework in a local computing environment running the Linux operating system (Ubuntu distribution). Key infrastructure components are analyzed: the Apache 2 web server, PHP 8.2 or later, the Composer dependency management system, and database management mechanisms via Doctrine. Particular attention is paid to access rights configuration, environment isolation, and migrations. The work draws on domestic and international sources, including the official Symfony documentation and research on DevOps practices.

Keywords: Symfony, web application, deployment, Apache, Linux, PHP, Doctrine, migrations, local environment, security.

Введение

Современная веб-разработка характеризуется высокой степенью модульности, использованием сложных архитектурных паттернов и строгими требованиями к воспроизводимости и безопасности развёртываемых решений. Одним из наиболее зрелых и широко применяемых инструментов в экосистеме языка PHP является фреймворк Symfony, который начиная с версии 7 (выпущена в ноябре 2023 года) предъявляет повышенные требования к программной среде, в частности, к версии интерпретатора PHP (не ниже 8.2). В условиях роста числа исследований, посвящённых автоматизации жизненного цикла программного обеспечения, особую актуальность приобретают методики локального развёртывания приложений, позволяющие модели-

ровать production-среду без привлечения облачных ресурсов. Вследствие этого авторами проанализирован и представлен комплексный подход к развёртыванию Symfony-приложений на локальной машине под управлением Ubuntu – дистрибутива, доминирующего в серверных и исследовательских средах в Российской Федерации.

Актуальность исследования обусловлена несколькими факторами. Во-первых, в условиях санкционного давления и стремления к технологической независимости возрастает интерес российских разработчиков и исследовательских коллективов к open-source решениям, развёртываемым на отечественных или нейтральных платформах. Налицо потребность в локализованных, автономных и полностью контролируемых средах разработки, обеспечивающих технологическую независимость и совместимость с инфраструктурой, доступной без ограничений.

Во-вторых, локальное тестирование и отладка остаются неотъемлемой частью процесса разработки, особенно в академической среде, где ограничены ресурсы для поддержки полноценной CI/CD-инфраструктуры. Фреймворк перешёл к строгим требованиям к окружению, что делает устаревшие методы развёртывания, например, на базе PHP 7.4 или mod_php, технически неприменимыми и потенциально уязвимыми. Это требует также и пересмотра стандартизации практик локального развёртывания, особенно в образовательной и исследовательской среде, где часто используются унаследованные окружения.

В-третьих, Symfony 7 вводит ряд архитектурных улучшений, включая строгую типизацию и отказ от устаревших компонентов, что требует пересмотра традиционных подходов к конфигурированию окружения [1]. Ручная настройка окружения, хотя и сохраняет определенную ценность, всё чаще уступает место автоматизированным и воспроизводимым подходам (Docker, Ansible), соответствующим принципам Infrastructure as Code и Dev/Prod Parity. Однако внедрение этих практик невозможно без глубокого понимания базовой конфигурации, в частности, правильной настройки PHP-FPM, изоляции public/, управления переменными окружения и ACL-правами. Без этого автоматизация становится «чёрным ящиком», повышающим риски конфигурационных ошибок и уязвимостей безопасности, вопросы обеспечения которой при развёртывании даже в изолированной среде остаются критически важными, поскольку локальные инстансы нередко становятся отправной точкой для последующего развёртывания в промышленных условиях. Большая часть инцидентов в production-среде начинаются с ошибок, допущенных уже на стадии локального тестирования. Корректная настройка веб-сервера (запрет прямого доступа к *.php, кроме index.php), управление секретами через env.local и применение ACL для var/cache/, var/log/ – всё это напрямую влияет на безопасность конечного продукта [2].

Материалы и методы

При изучении заявленной проблемы в научной литературе нам встретилось весьма небольшое число публикаций, особенно на русском языке. Крайне мало таких публикаций относительно новых усовершенствованных версий Symfony в контексте развёртывания веб-приложений на платформе ubuntu.

Так, в [3] автор рассматривает реализацию компьютерно-интенсивной сетевой технологии в архитектуре Symfony платформы психологической взаимопомощи студентов. В рамках разработанной системы сначала анализируются вопросы улучшения безопасности в процессе применения алгоритмов шифрования данных пользователей. Разработчики учитывают архитектуру Symfony для систематического проектирования с применением структуры MVC без учета особенностей развертывания в разных операционных системах.

А.А. Кочнев, исследуя возможности применения фреймворка Symfony и PHP в разработке веб-приложений, по факту представляет лишь теоретический анализ самого фреймворка с точки зрения описания его возможностей, статистики применения разработчиками, перечисления преимуществ и недостатков [4].

В публикации П. Гарбарц и М. Плечавска-Войчик представлен сравнительный анализ, целью которого явилось определение того, какой из шаблонов проектирования на основе PHP (Laravel или Symfony) является лучшим и более универсальным решением для разработчика. Авторы проводят исследование на основе имеющейся документации, сравнении статических и динамических показателей, полученных в исследовательской среде для обоих тестируемых шаблонов. При этом вопросы развертыва-

ния веб-приложений в различных локальных средах, в том числе в Linux, ими также не затрагиваются [3].

Анализ научных публикаций еще раз продемонстрировал перспективность и актуальность нашего исследования, так как научных материалов за последние несколько лет нами не были обнаружены.

Так что же представляет из себя фреймворк Symfony с точки зрения применения его возможностей при проектировании и развёртывании веб-приложений, в частности, в локальной среде Linux

Symfony – это фреймворк, реализующий принципы Model-View-Controller (MVC) и основанный на компонентной архитектуре. Начиная с версии 4, он активно использует концепцию «микроядра» (microkernel), что упрощает управление зависимостями и маршрутизацией. Версия 7 продолжает эту линию, делая акцент на производительности и совместимости с современными стандартами PHP [5]. Для управления внешними библиотеками используется менеджер зависимостей Composer, который формирует автозагрузчик и каталог vendor/ на основе файла composer.json.

Важнейшим аспектом теории развёртывания является разделение окружений: dev, test, prod. В production-режиме отключается отладочная информация, включается кэширование метаданных и оптимизируется автозагрузка. Переменные окружения, включая параметры подключения к базе данных (БД) (DATABASE_URL), хранятся в файлах .env и .env.local, причём последний исключается из системы контроля версий по умолчанию, что соответствует принципам 12-factor app.

Для взаимодействия с реляционными СУБД Symfony использует Doctrine – ORM-библиотеку, реализующую паттерн Data Mapper. Управление схемой базы данных осуществляется через механизм миграций, который позволяет отслеживать изменения структуры БД во времени и обеспечивать согласованность между разработчиками и окружениями [6].

Результаты

Практическая реализация

Практическое развёртывание Symfony 7 на локальной машине с Ubuntu требует последовательного выполнения ряда шагов, направленных на создание стабильной и безопасной среды.

На первом этапе необходимо обеспечить соответствие системных требований: установка Apache 2, PHP 8.2 с расширениями intl, mbstring, xml, zip, а также Composer. В дистрибутивах Ubuntu 22.04 и выше рекомендуется использовать репозиторий ondrej/php для получения актуальных версий PHP и их расширений. После добавления репозитория устанавливается сам PHP. Однако просто установить ядро PHP недостаточно, и для полноценной работы Symfony необходимо также установить ряд ключевых PHP-расширений, которые предоставляют необходимую функциональность для работы с сетью, базами данных, XML и многими другими компонентами фреймворка. Среди этих расширений выделяются php-curl для выполнения HTTP-запросов, php-mbstring для корректной обработки многоязыковых символов, php-xml для парсинга XML, php-zip для работы с архивами, а также php-gd для обработки изображений. Отсутствие одного из этих расширений может привести к ошибкам времени выполнения или неработоспособности некоторых функций фреймворка. После установки следует активировать модуль mod_rewrite, необходимый для корректной обработки ЧПУ (человеко-понятных URL).

На втором этапе создаётся проект с помощью команды composer create-project symfony/website-skeleton, после чего формируется каталог vendor/, содержащий все зависимости. Важно подчеркнуть, что при развёртывании на «чистом» сервере без Composer именно этот каталог должен быть предварительно сформирован на машине разработчика и скопирован вместе с исходным кодом [0]. Критически важным действием, обеспечивающим воспроизводимость окружения, является включение файла composer.lock в систему контроля версий. Этот файл содержит точные версии всех установленных пакетов, включая транзитивные зависимости, гарантируя, что каждый раз, когда другой разработчик клонирует репозиторий и выполняет composer install, он получит абсолютно идентичную версию зависимостей. Без composer.lock команда composer install будет эквивалент на composer update, что может случайно обновить пакеты до новых версий, нарушая работу приложения и порождая проблемы типа «it

works on my machine». Таким образом, composer.lock является не просто дополнительным файлом, а фундаментом для обеспечения стабильности и согласованности в командной работе.

Третий этап включает настройку виртуального хоста Apache. Ключевым требованием является указание DocumentRoot на подкаталог public/проекта, что обеспечивает изоляцию внутренней структуры приложения от прямого доступа через веб. Файлы и каталоги проекта, включая конфигурацию, бизнес-логику и зависимости из vendor/, находятся вне зоны прямого доступа через веб, что предотвращает возможность утечки чувствительной информации или выполнения произвольного кода. Для корректной обработки ЧПУ (человеко-понятных URL) необходимо активировать в Apache модуль mod_rewrite и в конфигурации виртуального хоста разрешить использование файла .htaccess путем установки директивы AllowOverride All Директива AllowOverride All разрешает использование файла .htaccess для перенаправления запросов к front controller (public/index.php). Эта архитектура, основанная на принципах MVC и микроядра, где ядро фреймворка изолировано от внешнего мира, является одной из сильных сторон Symfony и требует от администратора внимательного отношения к конфигурации веб-сервера для ее полного раскрытия.

Особое внимание уделяется настройке прав доступа к каталогам var/cache/ и var/log/. В Linux-средах рекомендуется использовать Access Control Lists (ACL) для предоставления прав как пользователю веб-сервера (www-data), так и пользователю-разработчику, что предотвращает конфликты при генерации кэша через CLI и веб-интерфейс [7].

На четвёртом этапе настраивается подключение к базе данных. Для локальной разработки часто используется SQLite, не требующая отдельного сервера. Однако при моделировании production-среды предпочтение отдаётся PostgreSQL или MySQL. Параметры подключения указываются в файле env.local, после чего выполняются команды doctrine:database:create и doctrine:migrations:migrate, инициализирующие схему данных.

Завершающим шагом является проверка работоспособности приложения через браузер или CLI-инструменты (например, curl). В production-режиме обязательно выполняется команда cache:clear --env=prod для генерации оптимизированного кэша.

Помимо базовой функциональности, локальное окружение для разработки Symfony должно быть настроено на максимальную производительность, которая становится определяющим фактором при работе с крупными приложениями или при необходимости симулировать высокую нагрузку. Оптимизация производительности веб-сервера и PHP-FPM непосредственно в среде Ubuntu требует тщательного расчета и настройки параметров на основе аппаратных характеристик системы, в первую очередь объема оперативной памяти (RAM) и количества процессорных ядер (CPU). Для Apache, работающего в режиме mpm_event, ключевыми параметрами являются MaxRequestWorkers, определяющий максимальное количество одновременных соединений, и ThreadsPerChild, демонстрирующий число потоков на один рабочий процесс. Значения этих параметров, определяемые по специальным методикам, служат отправной точкой и должны быть скорректированы после проведения нагрузочного тестирования с использованием таких инструментов, как Apache Bench (ab), с последующим мониторингом использования ресурсов с помощью htop или ps_mem.py. Корректная настройка этих параметров позволяет избежать перегрузки сервера и обеспечить стабильную работу приложения под нагрузкой.

Заключение

Проведённое исследование показало, что развёртывание Symfony 7 в локальной среде Linux требует строгого соблюдения архитектурных и операционных принципов, заложенных разработчиками фреймворка. Ключевыми элементами успешной реализации являются: корректная настройка веб-сервера с изоляцией публичного каталога, управление зависимостями вне целевой системы, грамотная конфигурация переменных окружения и обеспечение безопасных прав доступа к файловой системе. Предложенный подход позволяет не только эффективно тестировать приложения на этапе разработки, но и формировать основу для последующей автоматизации развёртывания в промышленных условиях. В перспективе целесообразно исследовать интеграцию описанной методики с инструментами контейнеризации (Docker) и системами управления конфигурациями (Ansible), что повысит её применимость в распределённых исследовательских коллективах.

Литература

1. Ubuntu Community Help Wiki. PHP. 2024. – URL : https://help.ubuntu.com/community/PHP (date of application 31.10.2025).
2. Du Y. Realization of Computer Intensive Network Technology in Symfony Architecture of Student Psychological Mutual Aid Platform // International Conference on Sustainable Computing and Data Communication Systems, ICSCDS 2022 – Proceedings, Erode, April 7–9, 2022. – Erode, 2022. – P. 1106–1110. DOI: 10.1109/ICSCDS53736.2022.9760838 EDN UAURWS
3. Garbarz P. Comparative analysis of PHP frameworks on the example of Laravel and Symfony / P. Garbarz, M. Plechawska-Wójcik // Journal of Computer Sciences Institute. – 2022. – Vol. 22. – P. 18–25. DOI: 10.35784/jcsi.2781 EDN XRUWBG
4. Кочнев А.А. Применение фреймворка Symfony и PHP в разработке веб-приложений // Актуальные исследования. – 2023. – № 23-1(153). – С. 65–70. EDN PUCEES
5. Symfony. Symfony 7.0 Release Notes. 2023. – URL : https://symfony.com/releases/7.0 (date of application 31.10.2025).
6. Doctrine Project. Doctrine ORM Documentation. 2020. – URL : https://www.doctrine-project.org/projects/doctrine-orm/en/3.0/index.html (date of application 31.10.2025).
7. Symfony Documentation. Web Server Configuration. 2024. – URL : https://symfony.com/doc/current/setup/web_server_configuration.html (date of application 31.10.2025).

References

1. Ubuntu Community Help Wiki. PHP. 2024. – URL : https://help.ubuntu.com/community/PHP (date of application 31.10.2025).
2. Du Y. Realization of Computer Intensive Network Technology in Symfony Architecture of Student Psychological Mutual Aid Platform // International Conference on Sustainable Computing and Data Communication Systems, ICSCDS 2022 – Proceedings, Erode, April 7–9, 2022. – Erode, 2022. – P. 1106–1110. DOI 10.1109/ICSCDS53736.2022.9760838. – EDN UAURWS
3. Garbarz P. Comparative analysis of PHP frameworks on the example of Laravel and Symfony / P. Garbarz, M. Plechawska-Wójcik // Journal of Computer Sciences Institute. – 2022. – Vol. 22. – P. 18–25. DOI: 10.35784/jcsi.2781 EDN XRUWBG
4. Kochnev A.A. Using the Symfony framework and PHP in developing web applications // Current research. – 2023. – № 23-1(153). – P. 65–70. EDN PUCEES
5. Symfony. Symfony 7.0 Release Notes. 2023. – URL : https://symfony.com/releases/7.0 (date of application 31.10.2025).
6. Doctrine Project. Doctrine ORM Documentation. 2020. – URL : https://www.doctrine-project.org/projects/doctrine-orm/en/3.0/index.html (date of application 31.10.2025).
7. Symfony Documentation. Web Server Configuration. 2024. – URL : https://symfony.com/doc/current/setup/web_server_configuration.html (date of application 31.10.2025).

УДК 519.1

ПОВЫШЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ РАБОТЫ СТРУКТУРНОЙ МОДЕЛИ УСТРОЙСТВА ОЧИСТКИ ЖИДКОСТИ НА ОСНОВЕ СПИРАЛИ АРХИМЕДА

♦♦♦♦♦

IMPROVING THE FUNCTIONALITY OF THE ARCHIMEDE SPIRAL-BASED LIQUID PURIFICATION DEVICE STRUCTURAL MODEL

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

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

Vyskubov E.V.
PhD in Technical Sciences,
Krasnodar Higher Military Aviation
School of Pilots

Аннотация. В научной статье авторы исследуют возможности повышения функциональности работы структурной модели устройства очистки жидкости на основе спирали Архимеда методами системного анализа. Авторами представлена принципиальная технологическая схема очистки жидкости, на основании которой построена структурная модель системы. Проведена декомпозиция системы. Из системы выделены две подсистемы: подсистема со связями потока жидкости и подсистема со связями по управлению, осуществлено преобразование подсистем. Проведённые мероприятия направлены на усовершенствование системы очистки жидкости на основе спирали Архимеда и повышения функциональности её структурной модели.

Ключевые слова: устройство очистки жидкости, фильтрующий компонент, системный анализ, декомпозиция, система, модель, ориентированный граф, структурная схема.

Annotation. In the scientific article, the authors investigate the possibilities of increasing the functionality of the structural model of a liquid purification device based on the Archimedean spiral using methods of system analysis. The authors present a basic technological scheme for liquid purification, based on which a structural model of the system is constructed. The system is decomposed. Two subsystems are identified from the system: a subsystem with fluid flow connections and a subsystem with control connections, and the subsystems are transformed. These measures are aimed at improving the liquid purification system based on the Archimedean spiral and increasing the functionality of its structural model.

Keywords: liquid purification device, filtering component, system analysis, decomposition, system, model, directed graph, and block diagram.

Для получения информационной модели любого реального физического объекта или процесса необходимо выполнить системный анализ объекта исследования [1, 2].

Задача системного анализа, упорядочить свои знания об исследуемом объекте, для отражения их в информационной модели. На рисунке 1, представлена физическая модель экспериментального фильтрующего компонента устройства очистки жидкости на основе спирали Архимеда с одним входным и двумя выходными каналами (УО 1.2) [3].



Рисунок 1 – Физическая модель экспериментального фильтрующего компонента УО 1.2 из оргстекла

Для упрощения процесса перехода от реального объекта к информационной модели составим модель состава системы, которая выполнена на основе анализа технологической схемы процесса очистки жидкости, представленной на рисунке 2 и дает описание входящих в фильтрующий компонент УО 1.2 элементов и подсистем.

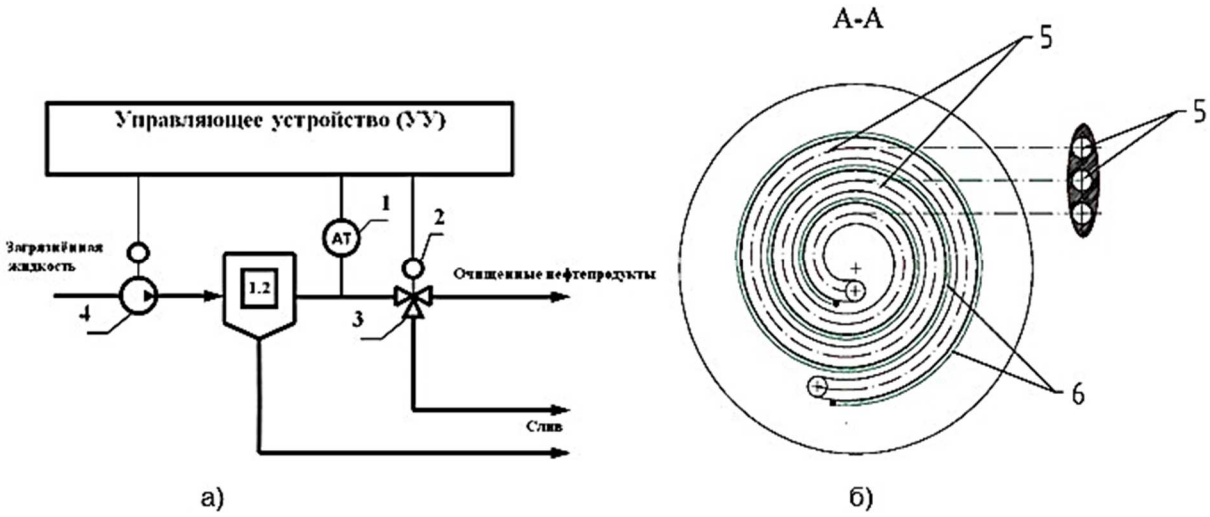


Рисунок 2 – а) Принципиальная технологическая схема очистки жидкости:
1 – прибор для измерения качества нефтепродуктов
с дистанционной передачей сигнала измерительной информации; 2 – привод клапана;
3 – трёхходовой клапан; 4 – насос; сливной коллектор
для сбора – воды, ржавчины, окалины, песчинок и прочее;
б) фильтрующий компонент УО 1.2 в разрезе А-А:
5 – основной канал; 6 – канал для отвода примесей (внешний канал отвода) [4]

Модель состава системы УО содержит (рис. 2) [4].

Для наглядной иллюстрации описания структурной модели системы фильтрующего компонента представим её в виде ориентированного графа (рис. 3). На рисунке 3 стрелки ⟶ обозначают связи между элементами системы. Направление стрелок указывает на принадлежность элемента к подсистеме (рис. 2, 3) [5].

На рисунке 4 стрелки ⋯⋯▸ обозначают связи между элементами системы, через которые протекает поток жидкости, а направление стрелок указывает на направление потока. Представленные на рисунке 4 стрелки – – –▸ обозначают информационные связи между элементами системы. Направление стрелок указывает на направление передачи информации.

Структурная модель системы УО, представленная графом (рис. 4), имеет иерархическую (сетевую) структуру. Проведем декомпозицию системы УО. На основе анализа системы УО выделим две подсистемы:

– подсистема со связями потока жидкости;
– подсистема со связями по управлению.

Проведенный анализ подсистем УО показал, что для повышения функциональности работы всей системы в целом необходимо провести усовершенствование подсистем.

Подсистема со связями потока жидкости при переходе УО в аварийный режим работы или выхода из строя фильтрующего компонента перестает функционировать (рис. 4). Для доработки подсистемы необходим обход (байпас), с целью передачи потока жидкости на следующую ступень очистки, сброса жидкости в соответствии с технологической картой (накопительный резервуар или на вход насоса) (рис. 2, 3, 4). Для реализации реконструкции подсистемы со связями потока жидкости следует на вход подсистемы поставить трёхходовой клапан и установить дополнительные связи потока жидкости с выходным патрубком основного канала, для организации обхода (рис. 5) [7].

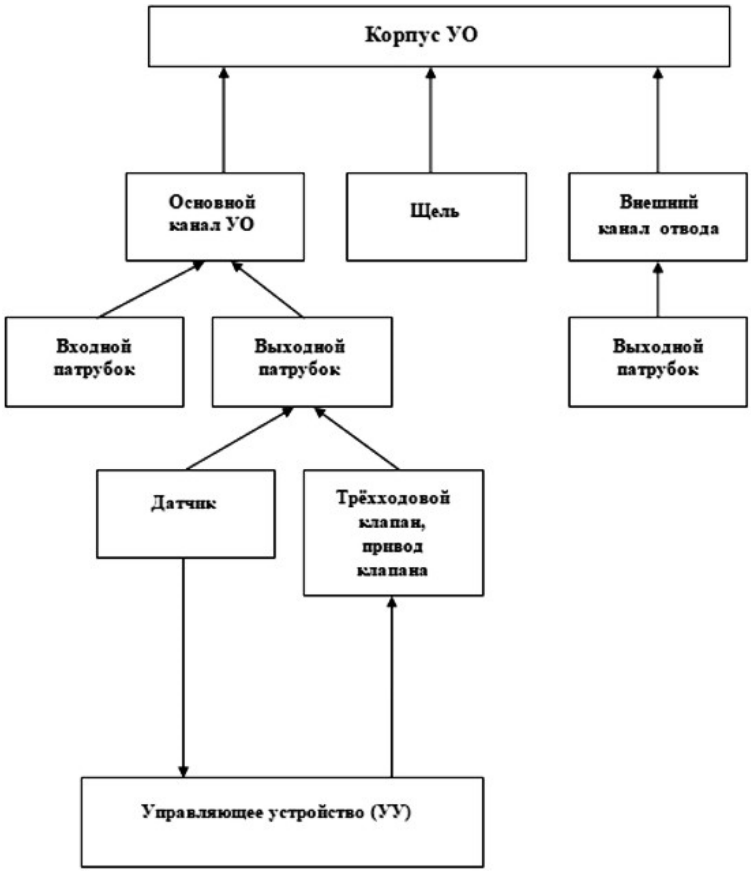


Рисунок 3 – Структурная модель системы (структурная схема) фильтрующего компонента УО

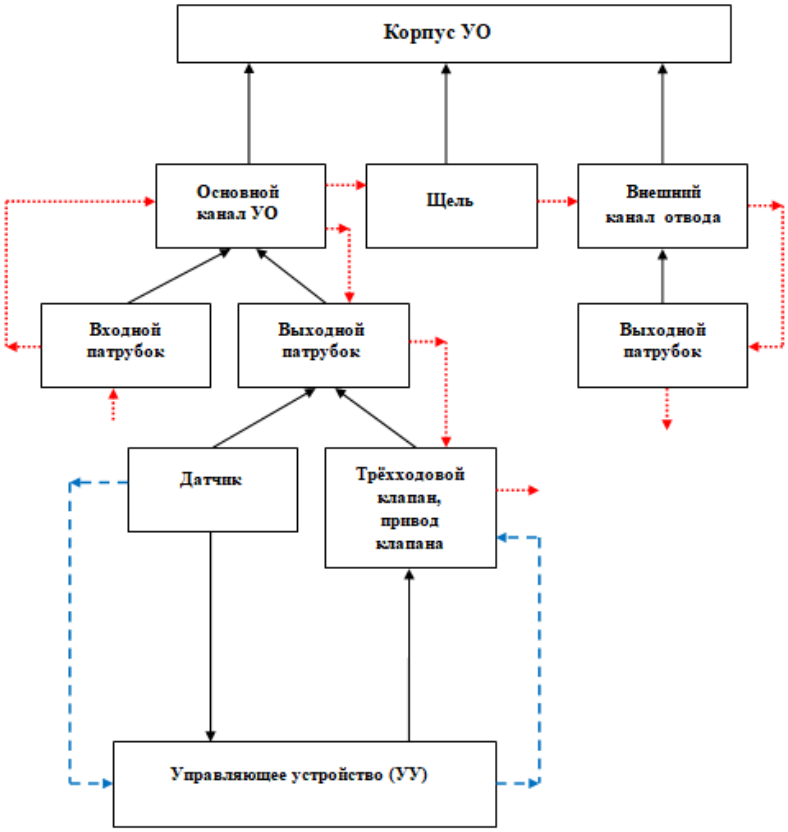


Рисунок 4 – Структурная модель системы (структурная схема) УО со связями потока жидкости и связями по управлению

Подсистема со связями по управлению – не предусмотрена обратная связь, отражающая изменение состояния системы в результате управляющего воздействия на трёхходовой клапан (рис. 4). Для реализации преобразования подсистемы со связями по управлению следует установить дополнительные связи по управлению (передачи информации), отражающие изменение состояния трёхходового клапана, датчики положения (1) рисунок 5 и изменить алгоритм работы управляющего устройства УУ (рис. 5).

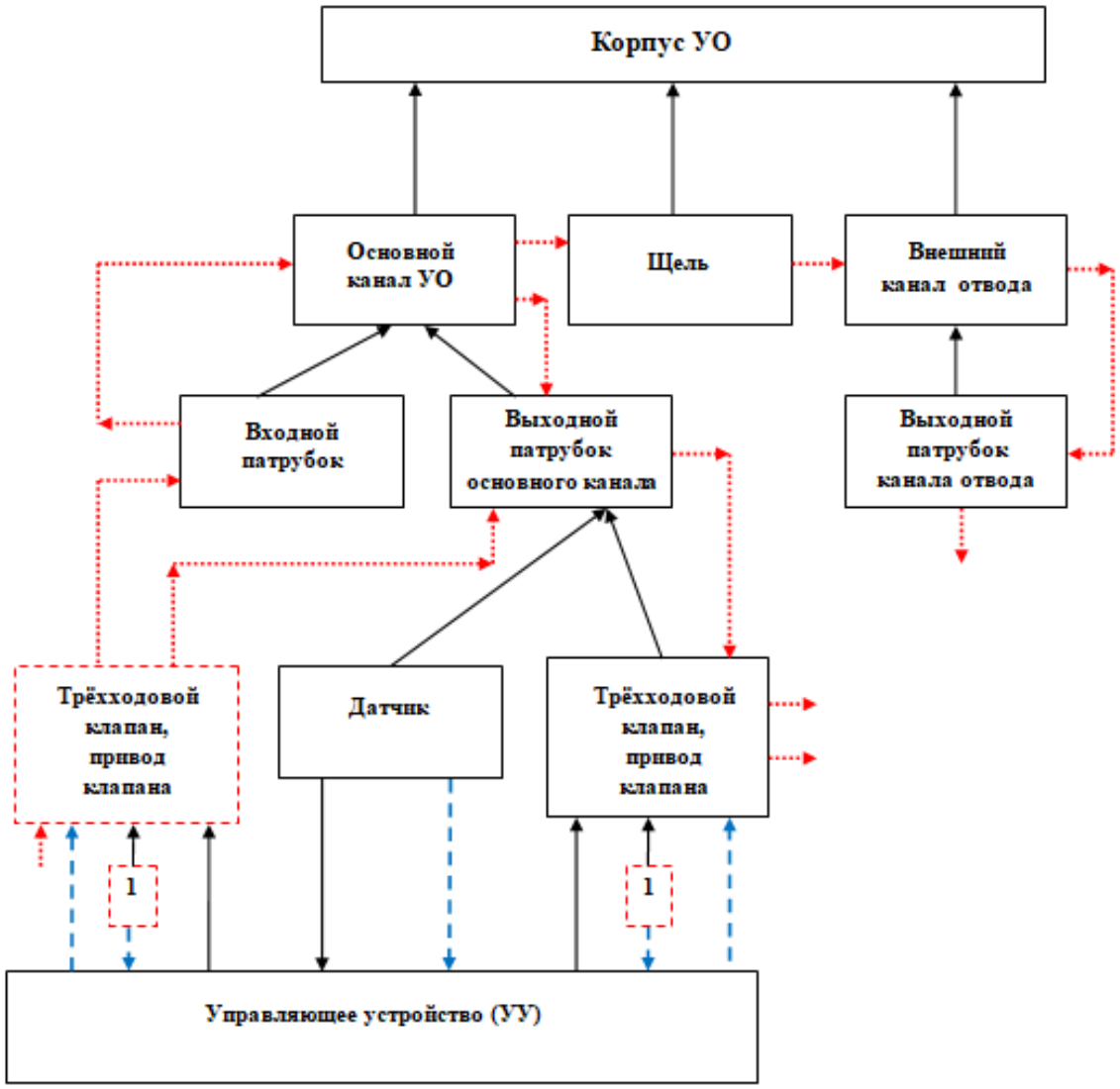


Рисунок 5 – Усовершенствованная структурная модель системы (структурная схема) УО со связями потока жидкости и связями по управлению: 1 – датчик положения

Вывод: таким образом, в результате модернизации структурной модели системы УО доработаны две подсистемы подсистема со связями потока жидкости и подсистема со связями по управлению [10].

В подсистеме со связями потока жидкости для её функциональности установлен ещё один трёхходовой клапан и введены дополнительные связи потока жидкости с выходным патрубком основного канала. А также, для визуализации коммутации элементов в подсистеме со связями по управлению введены дополнительные связи по управлению (передачи информации), отражающие изменение состояния трёхходового клапана, датчики положения и скорректирован алгоритм работы управляющего устройства УУ. Проведённые мероприятия направлены на усовершенствование системы очистки жидкости на основе спирали Архимеда и повышения функциональности её структурной модели [5].

Литература

1. Андрианова А.А. Практикум по курсу «Теория систем и системный анализ» / А.А. Андрианова, А.И. Репина. – Казань : КФУ, 2021. – 83 с.
2. Орлов А.И. Теория принятия решений : учеб. пособие. – М. : Издательство «Экзамен», 2005. – 1035 с.
3. 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.
4. 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.
5. Мицель А.А. Методы оптимизации : учеб. пособие. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2020. – Ч. 1. – 350 с.
6. Алгоритмы. Построение и анализ. – 3-е издание / Т.Х. Кормен [и др.]. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2013.
7. Буркатовская Ю.Б. Теория графов : учеб. пособие / Ю.Б. Буркатовская; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – Ч. 1. – 200 с.
8. Новиков А.А. Дискретная математика для программистов. – СПб. : Питер, 2001.
9. Белоусов А.В. Дискретная математика / А.В. Белоусов, С.В. Ткачев. – М. : Изд-во МГТУ им. Баумана, 2002.
10. Харари Ф. Теория графов. – М. : Мир, 1973.
11. URL : https://www.matburo.ru

References

1. Andrianova A.A. Workshop on the Course «Systems Theory and Systems Analysis» / A.A. Andrianova, A.I. Repina. – Kazan : KFU, 2021. – 83 p.
2. Orlov A.I. Decision Theory: A Tutorial. – M. : Examen Publishing House, 2005. – 1035 p.
3. Device for cleaning fuels and lubricants with rectilinear one inlet and two outlet channels / V.V. Terekhov [et al.] // Patent for utility model № 227812, 08/07/2024. Application № 2024110541 dated 04/16/2024.
4. Terekhov V.V. Analysis of the 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 Yu.A. Gagarin's flight into space on April 10–11, 2025. – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2025. – P. 122–131.
5. Mitsel A.A. Optimization Methods: A Tutorial. – Tomsk : Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, 2020. – Part 1. – 350 p.
6. Algorithms. Construction and Analysis. – 3rd edition / T.Kh. Cormen [et al.]. – M. : Williams Publishing House, 2013.
7. Burkatovskaya Yu.B. Graph Theory: A Textbook / Yu.B. Burkatovskaya; Tomsk Polytechnic University. – Tomsk : Publishing House of Tomsk Polytechnic University, 2014. – Part 1. – 200 p.
8. Novikov A.A. Discrete Mathematics for Programmers. – SPb. : Piter, 2001.
9. Beloussov A.V. Discrete Mathematics / A.V. Beloussov, S.V. Tkachev. – M. : Publishing house of Bauman Moscow State Technical University, 2002.
10. Harari F. Graph Theory. – M. : Mir, 1973.
11. URL : https://www.matburo.ru

УДК 664.8:338.43

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМБИНИРОВАННЫХ МЯСОРАСТИТЕЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ С АНТИОКСИДАНТНЫМИ СВОЙСТВАМИ

♦♦♦♦♦

ECONOMIC EFFICIENCY OF COMBINED MEAT AND VEGETABLE PRODUCTS WITH ANTIOXIDANT PROPERTIES

Шейкина Е.В.
Кубанский государственный технологический университет

Касьянов Г.И.
Российская инженерная академия

Жизневская Н.Л.
Академия продовольственной безопасности

Аннотация. Актуализация темы по промышленному производству мясорастительной продукции с антиоксидантными свойствами имеет не только экономическую, но и социальную направленность. Организация выпуска комбинированных мясорастительных продуктов и поставка их на потребительский рынок, позволяет более рационально использовать затраты труда и времени в домашнем хозяйстве. Целью работы является оценка целесообразности экономического обоснования промышленного освоения выпуска комбинированных мясорастительных продуктов методами математической статистики. К конкретным результатам исследования относится обоснование этапов структурной схемы специализированных мясорастительных продуктов для людей умственного труда. Представлены рецептуры мясорастительного паштета и мясных хлебцев, объемы производства продукции в натуральном и стоимостном выражении, расчет потребности в сырье и материалах, себестоимость выпуска новых видов продукции. В статье проанализированы пути совершенствования технологии производства мясорастительного паштета, мясных хлебцев и их экономическое обоснование.

Ключевые слова: мясорастительная продукция, экономическое обоснование производства, паштет, хлебцы, технико-экономические показатели.

Sheykina E.V.
Kuban State Technological University

Kasyanov G.I.
Russian Engineering Academy

Zhiznevskaya N.L.
Food Security Academy

Annotation. The development of industrial production of meat-and-vegetable products with antioxidant properties has both economic and social implications. Organizing the production of combined meat-and-vegetable products and delivering them to the consumer market allows for more efficient use of labor and time in the household. The aim of this study is to substantiate the feasibility of economically justifying the industrial development of combined meat-and-vegetable products using mathematical statistics. Specific research findings include a substantiation of the stages of a structural diagram for specialized meat-and-vegetable products for people engaged in intellectual work. Recipes for meat-and-vegetable pâté and meatloaves, production volumes in physical and monetary terms, calculation of raw material requirements, and the cost of producing new types of products are presented. The article analyzes ways to improve the production technology of meat-and-vegetable pâté and meatloaves and their economic justification.

Keywords: meat and vegetable products, economic justification of production, pate, crispbread, technical and economic indicators.

В условиях частичной изолированности от мировой экономики предпринимателям необходимо разрабатывать собственную стратегию по созданию и усилению экономической окупаемости отечественных разработок. Широко известны в стране научно-педагогические школы по совершенствованию технологических приемов переработки мясного сырья – воронежская, краснодарская, кемеровская, московская и другие.

В последнее время потребители всё больше заботятся о своем здоровье и стараются выбирать полезные продукты питания. Спрос на мясорастительные паштеты и хлебцы, как на продукты с низким содержанием сахара, калорий и жиров, богатые белками и витаминами растёт очень быстро, поэтому, выбрав это направление, начинающий предприниматель очень быстро сможет выйти на окупаемость своей продукции.

Специалисты Федерального научного центра РАН участвуют в обсуждении стратегии научного обеспечения современной государственной политики в области оптимизации питания населения [20].

В последние годы внимание исследователей пищевого профиля занимает проблема совершенствования продуктов функционального назначения на мясной основе [1]. Для улучшения вкуса, аромата и антиоксидантных свойств мясных продуктов предложено использовать CO_2-экстракты экстракционного завода ООО «Компания Караван» [2, 14].

Хорошие результаты дало использование плодовых и овощных криопорошков для коррекции состава мясосодержащих продуктов [3]. Разработан целый пласт продуктов специализированного назначения – для детского, спортивного и геродиетического назначения [4, 7]. Требования безопасности мясных и мясосодержащих продуктов представлены в нормативной документации [5]. В числе современных технологических приемов для обогащения состава продуктов находится использование пищевых добавок, CO_2-экстрактов и криопорошков [6, 9, 10]. Комплексная, безотходная переработка агропищевого сырья отвечает концепции бережливого производства – lean manufacturing [8]. Принципы творческого проектирования состава мясорастительных продуктов применены в технологии мясных хлебцев [11, 12, 13].

Значительный цикл исследований посвящен совершенствованию технологии и химического состава рецептур мясорастительных паштетов [15–17, 19]. В роли промышленного образца представлена последовательность технологических операций изготовления продуктов с антиоксидантными свойствами [18]. В работах Е.В. Шейкиной представлена информация о совершенствовании производства мясорастительных продуктов для людей интеллектуального труда [21, 22].

Обзор научно-технической литературы по теме исследований подтвердил гипотезу авторов о недостаточном внимании к экономической составляющей производства мясорастительных продуктов.

Прежде чем приступать к разработке ключевой технологической схемы, необходимо установить порядок технологических операций при обработке исходного сырья. На рисунке приведена структурная схема специализированных мясорастительных продуктов.

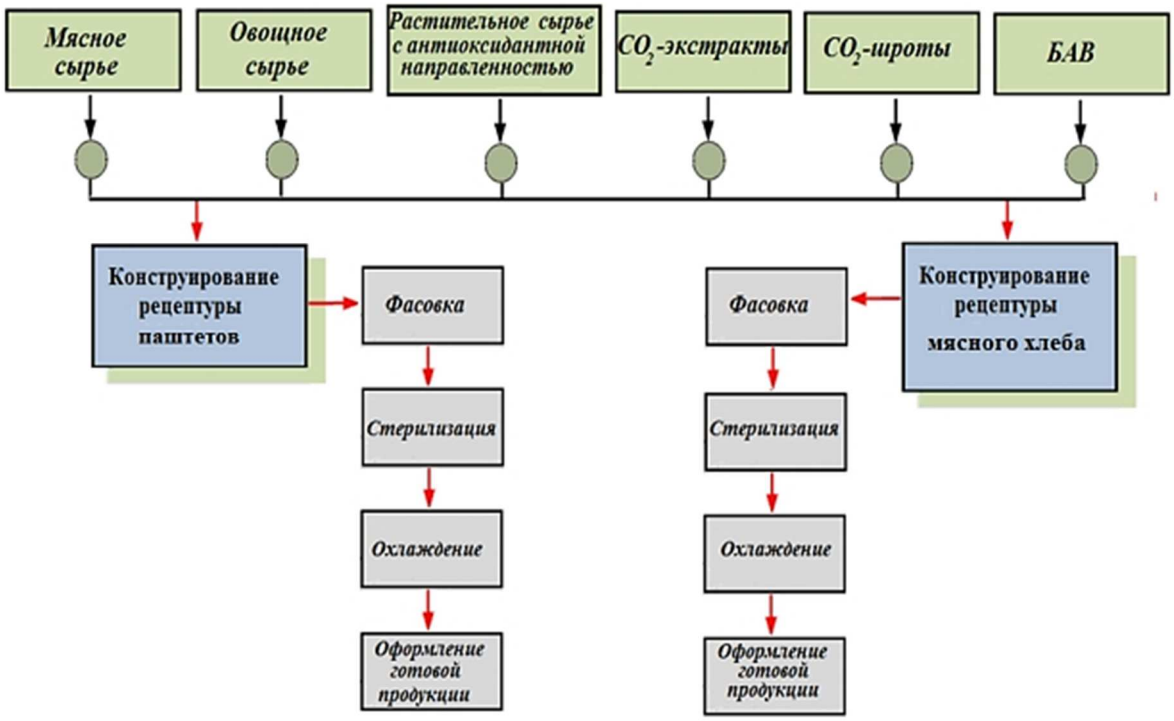


Рисунок 1 – Структурная схема специализированных мясорастительных продуктов

Технологические этапы, показанные на структурной схеме, позволяют корректировать биохимический состав готовой продукции путем использования CO_2-экстрактов, CO_2-шротов, криопорошков

В таблице 1 приведена рецептура мясорастительного паштета.

Таблица 1 – Рецептура мясорастительного паштета

Наименование сырья	Норма закладки, %
Мясо кур	46,0
Пюре картофельное	10,3
CO_2-шрот нута	12,3
Лук репчатый	5,0
Масло оливковое	4,0
Гриб шиитаке	5,0
CO_2-шрот семян льна	8,0
CO_2-экстракт мицелия гриба Blakeslea trispora	0,14
Смесь CO_2-экстрактов перца черного, куркумы и перца душистого (1:2:1)	0,06
Легкая вода	До 100 %

В таблице 2 приведены рецептуры мясорастительных хлебцев на 1 т продукции.

Таблица 2 – Рецептуры мясорастительных хлебцев

Наименование сырья	Хлебец Крыловской, кг	Хлебец Грибной, кг
Говядина 1 сорт	420	–
Свинина нежирная	–	390
Печень говяжья	–	–
Шпиг полутвердый, кубики 6 мм	80	90
Мука из листьев оливы	12	12
Криопорошок моркови	80	–
Семена нута после CO_2-обработки	140	160
Лук репчатый	35	35
Криопорошок тыквы	–	60
Соль пищевая	16	16
CO_2-экстракт мицелия гриба Blakeslea trispora	5	5
Гриб шиитаке	–	70
Смесь CO_2-экстрактов перца черного, куркумы и перца душистого (1:2:1)	1,4	1,4
Легкая вода	210,6	160,6

Производственная программа и ассортимент выпускаемой продукции представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Объем производства продукции в натуральном и стоимостном выражении

Наименование продукции	Объем производства, т	Оптовая цена 1 т, р.	Товарная продукция, тыс. р.
Мясорастительные хлебцы Крыловские	247,0	955090,3	235907,3
Мясорастительные хлебцы Грибные	247,0	743505,3	183645,8
Мясорастительный паштет	197,0	429240,6	84560,4
Итого	691,0	-	504113,5

При определении необходимых для производства продукции ресурсов в первую очередь рассчитывается потребность предприятия в сырье, основных и вспомогательных материалах.

Расчёт потребности в сырье и материалах при производстве мясорастительных хлебцев приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Расчёт потребности в сырье и материалах для мясорастительных хлебцев

Наименование продукции	Сырье, основные материалы	Норма расхода кг/т	Объем пр-ва, т	Потребность на весь выпуск, кг	Цена ед. мат., р.	Стоимость тыс.р.
Мясорастительные хлебцы Крыловские	Говядина 1 сорт	420,0	247,0	102900,0	560,0	57624,0
	Шпик полутвёрдый	80,0		19760,0	120,0	2371,2
	Мука из листьев оливы	12,0		2964,0	3860,0	11441,0
	Криопорошок моркови	80,0		19760,0	4200,0	82992,0
	Семена нута	140,0		34580,0	130,0	4495,4
	Лук репчатый	35,0		8398,0	20,0	167,9
	Соль пищевая	16,0		3952,0	13,5	53,4
	Экстракт Blakeslea trispora	5,0		1235,0	1900,0	2346,5
	Смесь CO_2-экстрактов	1,4		345,8	2950,0	1020,1
	Низкодейтериевая вода	210,6		52018,2	200,0	10403,6
Итого						**172915,1**
Мясорастительные хлебцы Грибные	Свинина нежирная	390,0	247,0	96330,0	380,0	36605,4
	Шпик полутвёрдый	90,0		22230,0	120,0	2667,6
	Мука из листьев оливы	12,0		2964,0	3860,0	11441,0
	Семена нута	160,0		39520,0	130,0	5137,6
	Лук репчатый	35,0		8398,0	20,0	167,9
	Криопорошок тыквы	60,0		14820,0	3600,0	53352,0
	Соль пищевая	16,0		3952,0	13,5	53,4
	Экстракт Blakeslea trispora	5,0		1235,0	1900,0	2346,5
	Гриб шиитаке	70,0		17290,0	1100,0	1901,9
	Смесь CO_2-экстрактов	1,4		345,8	2950,0	1020,1
	Низкодейтериевая вода	160,6		39668,2	200,0	7933,6
Итого						**122627,0**

Расчет потребности в сырье и материалах при производстве мясорастительного паштета приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Расчет потребности в сырье и материалах для мясорастительного паштета

Наименование сырья	Норма расхода кг/т	Объем пр-ва, т	Потребность на весь выпуск, кг	Цена ед. мат., р.	Стоимость тыс.р.
Мясо кур	200,0	197,0	39400,0	560,0	22064,0
Пюре картофельное	120,0		23640,0	165,0	3900,6
CO_2-шрот нута	160,0		39520,0	86,0	5137,6
Лук репчатый	70,0		13790,0	20,0	275,8
Масло оливковое	40,0		7880,0	615,0	4122,0
Гриб шиитаке	70,0		17290,0	1100,0	1901,0
CO_2-шрот семян льна	83,0		7695,0	45,0	3463,2
CO_2-экстракт мицелия гриба Blakeslea trispora	5,0		1235,0	1900,0	2346,5
Смесь CO_2-экстрактов перца черного, куркумы и перца душистого (1:2:1)	1,4		345,8	2950,0	1020,0
Легкая вода	160,0		5600,2	204,0	1142,4
Итого					**46273,1**

Далее рассчитали влияние на экономические показатели предприятия стоимости и потребности в сырье, энергии, упаковочных материалах, а также затраты связанные с освещением предприятия, вентиляцией и отоплением.

Важной составляющей расчетов является определение затрат труда на единицу выпускаемой продукции. Для определения годового фонда заработанной платы использовали следующую формулу:

$$ФЗПг = Зп \times Чраб \times Фрв, \quad (1)$$

где Зп – среднемесячная заработная плата одного работающего; Чраб – количество рабочих основного производства; Фрв – фонд рабочего времени в месяцах.

Для обобщения информации о затратах, связанных с обслуживанием и управлением предприятия, формируются сметы общепроизводственных и общехозяйственных расходов. К общепроизводственным расходам относят издержки на организацию производства и управления, а также производственные затраты, которые нельзя отнести непосредственно на тот или иной объект калькулирования, а общехозяйственные расходы включают в себя затраты на содержание различных административных и технических подразделений.

При выполнении расчета себестоимости продукции появляется возможность определить совокупность всех затрат на производство продукции и ее реализацию. Полный расчет по видам ассортимента продукции представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Себестоимость годового выпуска новых видов продукции

Статьи калькуляции	Мясорастительные хлебцы Крыловские	Мясорастительные хлебцы Грибные	Мясорастительный паштет
1. Сырье и основные материалы	172915,1	122627,0	46273,1
2. Тара и тароупаковочные материалы	7400,1	7400,1	6619,2
3. Топливо и энергия на технологические цели	486,0	486,0	387,7
4. Затраты на оплату труда производственных рабочих	3130,0	3681,7	2635,1
5. Страховые взносы во внебюджетные фонды	939,0	1104,5	790,5
6. Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	4033,9	4780,2	3293,9
7. Общепроизводственные расходы	5434,0	6811,1	4740,2
8. Общехозяйственные расходы	7512,2	8840,6	6024,2
9. Коммерческие расходы	3286,5	3960,8	2766,9
Итого себестоимость	205136,8	159692,0	73530,8

Основным показателем, характеризующим эффективность деятельности предприятия, является рентабельность продукции ($R_{пр}$), которая определяется по формуле 2:

$$R_{ПР} = \frac{П_{РТ}}{СС} \times 100\ \%, \quad (2)$$

где $П_{рп}$ – прибыль от реализации продукции предприяти; СС – полная себестоимость продукции.

Рентабельность продаж определяется (R_v) по формуле 3:

$$R_v = \frac{П_{РТ}}{РП} \times 100\ \%, \quad (3)$$

где РП – выручка от продаж.

Затраты на 1 руб. товарной продукции ($З_{тп}$) определяются по формуле 4:

$$З_{ТП} = \frac{СС}{ТП}, \quad (4)$$

где ТП – Уровень выручки от реализации продуктов (без НДС).

Используя формулы (1–4) определяли значения технико-экономических показателей производства паштетов и мясных хлебцев (табл. 7).

Таблица 7 – Перечень технико-экономических показателей производства новой продукции

Показатель	Значение показателя
1. Производственная программа:	
1.1 В натуральном выражении, т/год в т.ч. мясорастительные хлебцы Крыловские мясорастительные хлебцы Грибные мясорастительный паштет	691,0 247,0 247,0 197,0
1.2 Выручка от реализации продукции, тыс.р./год	504113,5
2. Численность рабочих основного производства, чел.	20
3. Выработка на 1 рабочего, тыс.руб./чел.	25205,7
4. Полная себестоимость продукции, тыс.р./год	438359,6
5. Затраты на 1 рубль реализованной продукции, коп.	87,0
6. Прибыль от реализации продукции, тыс.р./год	65753,9
7. Рентабельность продукции, %	15,0
8. Рентабельность продаж, %	13,0

В результате расчёта экономической эффективности производства новых видов мясорастительных продуктов в ассортименте, можно сделать вывод о том, что выпуск данной продукции является целесообразным и экономически выгодным, так как: при рентабельности продукции 15 % и рентабельности продаж 13 % – затраты на 1 руб. товарной продукции составят 87 коп., что говорит о том, что прибыль с каждого рубля реализованной продукции составит 13 коп.

Заключение. Выполнен обзор научно-технической литературы по особенностям производства комбинированных мясорастительных продуктов и поставке их на потребительский рынок. Целью работы являлась целесообразность экономического обоснования промышленного освоения выпуска обогащенных мясорастительных продуктов методами математической статистики. К отличительной особенности исследования относится обоснование этапов структурной схемы специализированных мясорастительных продуктов для людей умственного труда. Разработаны рецептуры мясорастительного паштета и мясных хлебцев, объемы производства продукции в натуральном и стоимостном выражении, расчет потребности в сырье и материалах, себестоимость выпуска новых видов продукции. Подчеркнуто, что использование CO_2-экстрактов и CO_2-шротов с антиоксидантными свойствами позволяет продлить сроки хранения продукции и придать им лечебно-профилактические свойства. Проанализированы пути совершенствования технологии производства мясорастительного паштета, мясных хлебцев и дано их экономическое обоснование.

Литература

1. Айрапетян А.А. Разработка технологии мясного хлеба функционального назначения / А.А. Айрапетян, В.И. Манжесов, С.Ю. Чурикова // Вестник ВГУИТ. – 2020. – Т. 82. – № 4. – С. 142–146. DOI: 10.20914/2310-1202-2020-4-142-146
2. Получение и применение СО2-экстрактов из животного и растительного сырья / Ю.С. Алешкевич [и др.] // В сборнике: Совершенствование технологии консервирования сырья растительного и животного происхождения. Материалы Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2021. – С. 179–184.
3. Инновационные технологии плодоовощных криопорошков / М.Э. Ахмедов [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2024. – № 4. – С. 17–25.
4. Бородихин А.С. Особенности технологии продуктов специализированного назначения / А.С. Бородихин, А.М. Медведев // 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. 346–351.

5. ГОСТ 55334-2012 Паштеты мясные и мясосодержащие. Технические условия. – М. : Стандартинформ, 2014. – 18 с.
6. Использование современных технологических приемов для получения обогащенных мясорастительных продуктов / А.А. Запорожский [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология, – 2023. – № 2–3. – С. 34–40. DOI: 10.26297./0579-3009.2023.2-3.4
7. Запорожский А.А. Проблемы геродиетики. Развитие теории и практики сипинга / А.А. Запорожский, С.П. Запорожская, С.В. Сурова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2024. – № 4. – С. 36–47.
8. 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.
9. Конструирование рецептур комбинированных продуктов, обогащенных фитокомпозитами / Г.И. Касьянов [и др.] // 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. 42–46.
10. Касьянов Г.И. Инновационные приемы переработки животного и растительного сырья / Г.И. Касьянов, Н.М. Шило // В сборнике: Повышение качества и безопасности пищевых продуктов. Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Махачкала, 2024. – С. 130–133.
11. Технология мясорастительных хлебцев / Г.И. Касьянов [и др.] // Повышение качества и безопасности пищевых продуктов: материалы XI Всероссийской научно-практической конференции, Махачкала, 20–21 октября 2021 года. – Махачкала : Дагестанский государственный технический университет, 2021. – С. 122–127.
12. Творческое конструирование комбинированных пищевых продуктов / О.В. Косенко [и др.] // В сборнике: Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века. Сборник материалов IX Международной научно-практической конференции, посвященной Десятилетию науки и технологий. – Краснодар, 2025. – С. 414–420.
13. Лисицын А.Б. Конструирование многокомпонентных продуктов питания / А.Б. Лисицын, И.М. Чернуха, М.А. Никитина. – М. : МГУПП, 2021. – 176 с.
14. Малашенко Н.Л. Технологические, физико-химические и экономические аспекты процесса CO_2-экстракции / Н.Л. Малашенко, Е.Ю. Можаева. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2012. – 76 с.
15. Медведев А.М. Технология и рецептура комбинированного мясорастительного продукта / А.М. Медведев, М.А. Яренков // 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. 138–143.
16. Мишкевич Э.Ю. Коррекция рецептур паштетов пищевыми добавками // Инновационные технологии, оборудование и добавки для переработки сырья животного происхождения: Международная научно-технтческая конференция. – Краснодар : Изд-во КубГТУ, 2018. – С. 75–76.
17. Патент на изобретение RU 2827211. Мясорастительный паштет / Г.И. Касьянов, Е.А. Мазуренко, И.С. Мостовой, Н.М. Шило. Заявка № 2024107146, заявл. 17.04.2024, опубл. 23.09.2024.
18. Патент на промышленный образец RU 141179. Схема «Последовательность технологических операций изготовления продуктов с антиоксидантными свойствами» / С.В. Фомин, Касьянов Г.И. Заявка № 2023506233, заявл. 13.12.2023, опубл. 26.03.2024.
19. Савинов И.В. Технология производства мясорастительного паштета для диетического питания / И.В. Савинов, К.В. Соколовская, Ю.А. Моргунова // Молодой ученый. – 2020. – № 8 (298). – С. 97–99.
20. Стратегия научного обеспечения реализации государственной политики в области оптимизации питания населения / В.А. Тутельян [и др.] // Российский вестник гигиены. – 2025. – № 1. – С. 47–52.
21. Шейкина Е.В. Совершенствование технологий многокомпонентных продуктов с антиоксидантной защитой // В сборнике: Новости науки: естественные и технические науки. Сборник материалов XXIII Международной научно-практической конференции. – М., 2023. – С. 35–37.

22. 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.

References

1. Ayrapetyan A.A. Development of Functional Meat Bread Technology / A.A. Ayrapetyan, V.I. Mangesov, S.Yu. Churikova // Vestnik VGUIT. – 2020. – Vol. 82. – № 4. – P. 142–146. DOI: 10.20914/2310-1202-2020-4-142-146
2. Production and application of CO_2 extracts from animal and plant raw materials / Yu.S. Aleshkevich [et al.] // In the collection: Improvement of the technology of preserving raw materials of plant and animal origin. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. – Krasnodar, 2021. – P. 179–184.
3. Innovative technologies of fruit and vegetable cryopowders / M.E. Akhmedov [et al.] // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2024. – № 4. – P. 17–25.
4. Borodikhin A.S. Features of the technology of specialized products / A.S. Borodikhin, A.M. Medvedev // In the collection: Modern aspects of the production and processing of agricultural products Collection of articles based on the materials of the VIII International Scientific and Practical Conference dedicated to the 35th anniversary of the founding of the All-Russian public organization «Russian Engineering Academy». – Krasnodar, 2025. – P. 346–351.
5. GOST 55334-2012. Meat and meat-containing pates. Specifications. – M. : Standartinform, 2014. – 18 p.
6. Use of modern technological methods for obtaining enriched meat and vegetable products / A.A. Zaporozhsky [et al.] // News of universities. Food technology, – 2023. – № 2–3. – P. 34–40. DOI: 10.26297./0579-3009.2023.2-3.4
7. Zaporozhsky A.A. Problems of herodietics. Development of the theory and practice of sipping / A.A. Zaporozhsky, S.P. Zaporozhskaya, S.V. Surova // Science. Technology. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2024. – № 4. – P. 36–47.
8. Kasyanov G.I. Resource-saving technologies of meat-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.
9. Design of recipes for combined products enriched with phytocomposites / G.I. Kasyanov [et al.] // 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 founding of the All-Russian public organization «Russian Engineering Academy». – Krasnodar, 2025. – P. 42–46.
10. Kasyanov G.I. Innovative methods for processing animal and plant raw materials / G.I. Kasyanov, N.M. Shilo // In the collection: Improving the quality and safety of food products. Proceedings of the XIV All-Russian scientific and practical conference with international participation. – Makhachkala, 2024. – P. 130–133.
11. Technology of meat-vegetable breads / G.I. Kasyanov [et al.] // Improving the quality and safety of food products: Proceedings of the XI All-Russian scientific and practical conference, Makhachkala, October 20–21, 2021. – Makhachkala: Dagestan State Technical University, 2021. – P. 122–127.
12. Creative design of combined food products / O.V. Kosenko [et al.] // In the collection: Bakery, confectionery and pasta products of the 21st century. Collection of materials of the IX International scientific and practical conference dedicated to the Decade of Science and Technology. – Krasnodar, 2025. – P. 414–420.
13. Lisitsyn A.B. Design of multicomponent food products / A.B. Lisitsyn, I.M. Chernukha, M.A. Nikitina. – M. : Moscow State University of Food Processing, 2021. – 176 p.
14. Malashenko N.L. Technological, physical-chemical and economic aspects of the CO_2-extraction process / N.L. Malashenko, E.Yu. Mozhaeva. – Krasnodar : JSC «Izdatelsky Dom – Yug», 2012. – 76 c.
15. Medvedev A.M. Technology and formulation of a combined meat-and-vegetable product / A.M. Medvedev, M.A. Yarenkov // 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 Russian Engineering Academy. – Krasnodar, 2025. – P. 138–143.
16. Mishkevich E.Yu. Correction of pate recipes with food additives // Innovative technologies, equipment and additives for processing raw materials of animal origin: International scientific and technical conference. – Krasnodar : KubSTU Publishing House, 2018. – P. 75–76.

17. Patent for invention RU 2827211. Meat and vegetable pate / G.I. Kasyanov, E.A. Mazurenko, I.S. Mostovoy, N.M. Shilo. Application № 2024107146, filed April 17, 2024, published September 23, 2024.
18. Patent for industrial design RU 141179. Scheme «Sequence of technological operations for the manufacture of products with antioxidant properties» / S.V. Fomin, G.I. Kasyanov. Application № 2023506233, filed 13.12.2023, published 26.03.2024.
19. Savinov I.V. Technology for the production of meat and vegetable pate for dietary nutrition / I.V. Savinov, K.V. Sokolovskaya, Yu.A. Morgunova // Young scientist. – 2020. – № 8(298). – P. 97–99.
20. Strategy for scientific support for the implementation of state policy in the field of optimization of population nutrition / V.A. Tutelyan [et al.] // Russian Bulletin of Hygiene. – 2025. – № 1. – P. 47–52.
21. Sheykina E.V. Improving the technologies of multicomponent products with antioxidant protection // In the collection: Science news: natural and technical sciences. Collection of materials of the XXIII International scientific and practical conference. – M., 2023. – P. 35–37.
22. Sheykina E.V. Features of the lifestyle and diet of people engaged in intellectual work and those leading a sedentary lifestyle / E.V. Sheykina, V.N. Savin, G.I. Kasyanov // Science. Technology. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2025. – № 2. – P. 188–196.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

•••••••

SCIENCES ABOUT THE EARTH

УДК 622.279.42

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЧАСТИЧНОГО САЙКЛИНГ-ПРОЦЕССА НА ГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ЛЕНО-ВИЛЮЙСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

♦♦♦♦♦

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF THE PARTIAL CYCLING PROCESS ON THE GAS CONDENSATE FIELD OF THE LENO-VILYUI OIL AND GAS PROVINCE

Березовский Денис Александрович
ведущий инженер по добыче нефти и газа производственно-технического отдела филиала ООО «Газпром добыча Краснодар» – Каневское ГПУ
daberezovskiy-gaz@rambler.ru

Аннотация. Сайклинг-процесс – это способ разработки газоконденсатных месторождений с поддержанием пластового давления за счёт обратного нагнетания сухого газа, добытого на месторождении или поступающего извне. Данный способ решает несколько важных задач – поддерживает пластовое давление и препятствует выпадению конденсата в продуктивном пласте; позволяет законсервировать запасы газа, а также обеспечивает условия обратного испарения уже выпавшего конденсата в неравновесный сухой газ. При частичном сайклинг-процессе производится нагнетание только части добываемого газа. В статье рассмотрен так называемый канадский сайклинг, когда основной объём нагнетания приходится на летний период, когда в Республике Саха (Якутия) спадает потребность в газе.

Ключевые слова: повышение коэффициента извлечения конденсата; поддержание пластового давления; полный и неполный (частичный) сайклинг-процесс; нагнетание различных агентов в пласт; вытеснение «жирного» газа сухим; применение технологии сайклинг-процесса на основе моделирования; потери давления после компрессорной установки и до скважины.

Berezovskiy Denis Aleksandrovich
Lead Engineer for Oil and Gas Production, Production and Technical Department of the branch of «Gazprom Dobycha Krasnodar» LLC – Kanevskoye Gas Production Department
daberezovskiy-gaz@rambler.ru

Annotation. The cycling process is a method for developing gas condensate fields by maintaining reservoir pressure through the re-injection of dry gas, either produced at the field or supplied from outside. This method achieves several important objectives: it maintains reservoir pressure and prevents condensate precipitation in the producing formation; it conserves gas reserves; and it ensures conditions for the re-evaporation of already-precipitated condensate into non-equilibrium dry gas. In partial cycling, only a portion of the produced gas is re-injected. This article examines so-called Canadian cycling, where the bulk of the injection occurs during the summer, when gas demand in the Republic of Sakha (Yakutia) declines.

Keywords: increasing condensate recovery; maintaining reservoir pressure; full and partial cycling; injecting various agents into the reservoir; displacing «rich» gas with dry gas; application of model-based cycling technology; pressure losses downstream of the compressor unit and upstream of the well.

Сайклинг-процесс

Использование систем разработки газоконденсатных месторождений без поддержания пластового давления (на истощение) приводит к планомерному падению пластовой энергии, а значит, давления и, как следствие, переходу конденсата в жидкое состояние. Главная проблема заключается в том, что выпавший в пласт конденсат «теряется» для добычи, так как становится практически неподвижным. При простом гидродинамическом моделировании такую систему условно считают однофазной, так как движется только газ. Можно избежать большей части потерь за счёт использования систем с искусственным поддержанием давления на уровне выше, чем давление начала конденсации.

Мировой опыт решения данного вопроса создал множество технологических решений, которые могут быть использованы для повышения коэффициента извлечения конденсата. Главным и, наверное, самым очевидным способом поддерживать давление в залежи является нагнетание различных агентов. Разумеется, что целесообразность реализации ППД зависит от конкретного месторождения, на неё влияют следующие факторы: изначальное содержание конденсата в газе, возможность его доизвлечения на поздних стадиях разработки, геологическая однородность и начальные геологические условия.

Поддерживать пластовое давление можно за счёт закачки неуглеводородных газов (углекислый газ, азот и их смеси) и за счёт нагнетания воды. Одним из самых эффективных способов, выделяющихся на фоне остальных, является решение по рециркуляции газа, также получивший другое название – *сайклинг-процесс*.

Сайклинг процесс – это способ разработки для газоконденсатных месторождений с ППД посредством возвращения (всего или части) добытого и очищенного от тяжёлых компонентов газа обратно в пласт. При применении данного способа реализуются следующие эффекты:

1) поддержание пластового давления, которое позволяет дольше избегать ретроградной конденсации в продуктивном пласте высококипящих углеводородов, а, следовательно, уменьшать их потери;

2) обратное испарение уже выпавших углеводородов в сухой неравновесный газ (что особенно заметно на примерах с доразработкой месторождений);

3) блокирование активной воды;

4) вытеснение «жирного» газа сухим.

Классифицируя данный метод по объёму используемого газа, можно выделить полный и неполный (частичный) сайклинг-процесс. В первом случае для реализации метода необходимо использовать весь добытый газ. После извлечения из него углеводородов С5+ производится его обратная закачка. В таком случае основным продуктом добычи на месторождении становится конденсат. Хочется отметить, что полный сайклинг-процесс следует проводить только на месторождениях с очень высоким начальным показателем содержания конденсата и на ранних этапах разработки, так как на таких месторождениях даже относительно незначительное падение давления будет приводить к большим потерям в прибыли. Такой метод связан со значительной во времени консервацией запасов газа, большими капиталовложениями на начальных этапах и, скорее всего, неприменим к множеству месторождений на территории РФ. Однако при таких условиях прогнозируемый коэффициент извлечения конденсата (КИК) может достигать весьма солидных 70–80 %. На начальных этапах, когда ещё нечем обеспечивать постоянную закачку, рекомендуется применять привлечение газа за счёт компенсации его из других месторождений.

Отличия частичного сайклинг-процесса в том, что в нём в пласт нагнетается не весь газ, а только часть добытого с месторождения газа (безусловно, производится такая же очистка и отделение конденсата, как и при полном). При этом соотношение для объёмов (приведённых к пластовым условиям) закачанного и отобранного газа составляет около 60–85 %. В таком режиме разработки снижение пластового давления может достигать примерно 40 % от начального давления. Однако при этом часть из высококипящих углеводородов остаётся в смеси пластового газа. Если оценивать прогнозный коэффициент извлечения конденсата, то при частичном сайклинг-процессе он будет составлять 60–70 %. Также отдельно стоит выделить канадский вид сайклинг-процесса. В этом случае добытый (а затем осушенный газ) в основном в летний период времени полностью или частично закачивается в пласт, и при этом зимой, в период наибольшего спроса, он полностью отбирается, и закачка может полностью прекращаться.

Жизненный цикл месторождения можно изобразить схематически (рис. 1). Точка начала разработки I, после неё и до точки II, являющейся точкой необходимого вмешательства, идёт срок доходного бездействия. Если пропустить точку II, то до точки необратимости III бездействие делает мероприятие всё менее и менее рентабельным.

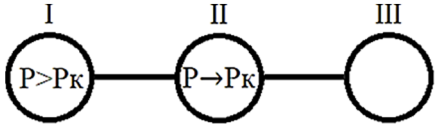


Рисунок 1 – Схематическое изображение жизненного цикла газоконденсатного месторождения

Значительным фактором является то, что в пластовых условиях при рассмотрении массообменных процессов довольно значительно начинает проявляться селективность, которая обусловлена очевидным образом за счёт сложного состава многих уг-

леводородных систем. Таким образом, одним из следствий довольно сложного и весьма разнообразного многокомпонентного состава почти всех углеводородных смесей, влияющего в основном ещё на стадии формирования залежей газоконденсата, является гравитационное расслоение и разделение углеводородов – очевидно, что оно особенно заметно при больших значениях толщин продуктивных пластов.

Для рассмотрения необходимо знать о термодинамических особенностях газоконденсатных систем, их поведение довольно хорошо иллюстрируется с помощью графиков двухкомпонентной смеси метан – гептан (CH_4 – C_7H_{16}). На рисунке 2 приведены зависимости от давления содержания н-гептана при температуре 20 и 60 °С в равновесной газовой фазе.

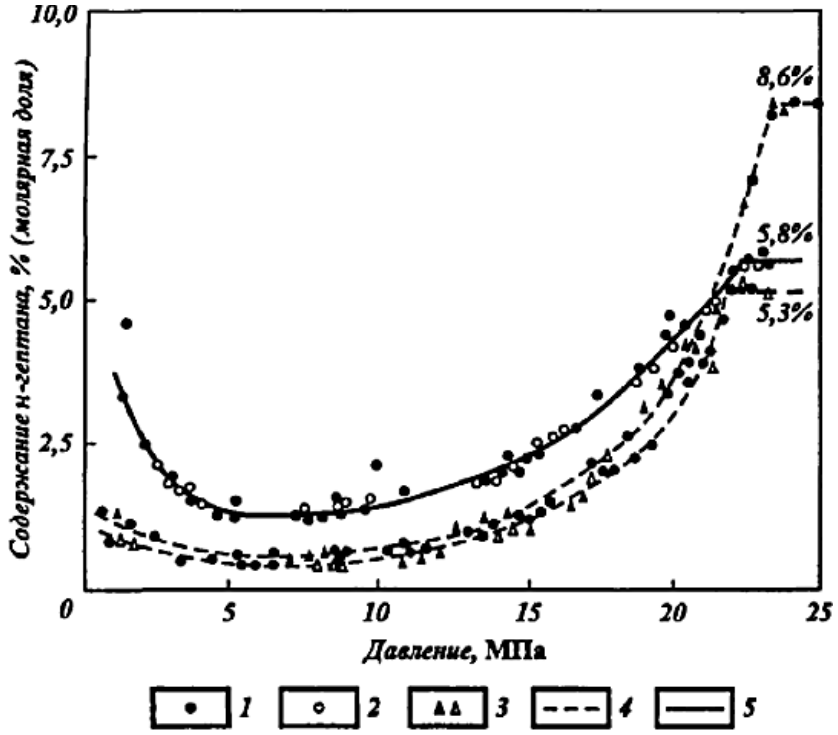


Рисунок 2 – Зависимость потенциального содержания н-гептана в продукции от пластового давления

Критерии применимости сайклинг-процесса – однородность коллекторских свойств, равномерный охват залежи нагнетанием, наличие невостребованного сухого газа.

Проведём анализ данного графика: однофазная область находится при давлениях выше 22–23 МПа, в таком случае содержание н-гептана в газовой фазе находится на максимуме и не меняется. При изменении давления не происходит образования жидкой фазы, однако изменяется плотность смеси, но не фазовое состояние. Дальнейшее уменьшение давления к давлению начала конденсации и соответственно ниже приводит к образованию жидкой фазы, которая состоит из н-гептана с растворённым в нём метаном, а газовая фаза в тот же момент состоит из раствора метана и н-гептана. При снижении давления происходит выпадение н-гептана из газообразной фазы в жидкую. Это выпадение будет происходить до тех пор, пока давление не достигнет давления максимальной конденсации для данной смеси (в данном случае около 7 МПа). Далее классическая для области нормального испарения ситуация: уменьшение давления будет смещать массообменный процесс в сторону испарения жидкой фазы, так как в газообразной фазе н-гептана меньше.

Наиболее благоприятными геологическими условиями для реализации сайклинг-процесса являются следующие характеристики месторождения: литологически однородный по площади пласт, хорошая проницаемость залегающих коллекторов, чтобы происходило равномерное (близкое к поршневому) вытеснение сухим нагнетаемым газом жирного пластового. Поршневое вытеснение является лучшей ситуацией, так как происходит более полный охват месторождения и полноценное извлечение тя-

жёлых углеводородов. Также в подобных ситуациях не должно происходить преждевременного прорыва закачиваемого газа к добывающим скважинам, и система плавно отдаёт конденсат сухому газу.

Общие сведения о месторождении

Рассматриваемое газоконденсатное месторождение (далее ГКМ) находится в границах Якутии и приурочено к Вилюйской газоносной области, которая располагается восточнее центральной части Западно-Сибирской низменности.

Месторождение расположено в сложных географических условиях, трудности в освоении сочетаются с низкой пропускной способностью существующих транспортных сетей и зависимостью от сезонного речного пути снабжения.

Основную трудность при возведении капитальных построек составляет наличие вечной мерзлоты. Рядом располагается самый глубокий предел вечной мерзлоты (верховья реки Вилюй). Отапливаемые здания сооружаются с применением свай, чтобы обеспечить вентиляцию для грунта, в противном случае будет происходить оттаивание за счёт тепла здания и снижение несущей способности грунта.

Вскрытие глубоким бурением показало, что геологический разрез газоконденсатного месторождения представлен осадочными отложениями верхнепалеозойского и мезозойского, а также четвертичного возраста.

Газоносность месторождения связана с юрскими, нижнетриасовыми и пермскими отложениями. Наибольший интерес с точки зрения промышленной разработки представляет нижнетриасовый комплекс. Газоконденсатные залежи в пределах этого интервала открыты в горизонтах T_1-I, T_1-III и T_1-II.

Аргиллитовые толщи неджилинской, а также мономской, сунтарской и марыкчанской свит являются своего рода региональными покрышками. Примечательно, что формирование многопластовых газоносных горизонтов произошло также за счёт выдержанных локальных экранов.

Пласт T_1-III

Данный пласт состоит в основном из песчаников с подчинёнными прослоями аргиллитов и алевролитов, их количество также в целом увеличивается в южной и восточной частях данной структуры. Стратиграфический горизонт T_1-III является приуроченным к верхам таганджинской свиты нижнего триаса. Примечательно, что в разрезе пласта T_1-III можно выделить одну пластово-сводовую залежь с краевыми предельно насыщенными газом водами хлоркальциевого состава с минерализацией приблизительно 34–43 г/л.

Положение ГВК залежи T_1-III принято на абсолютной отметке – 2437 м. Последующим бурением и опробованием скважин подтверждён ранее принятый уровень контакта. Высота залежи T_1-III составляет 99 м, а размеры примерно 15,8 × 9,8 км. Пласт характеризуется довольно мощным повсеместным и распространённым по площади, также он характеризуется весьма высокими показателями эффективных толщин. Максимальная газонасыщенная толщина коллектора в залежи вскрыта скважинами № 19 и 45 и составляет приблизительно 65,8–69,1 м.

Средние дебиты газа для большего количества скважин при депрессиях, составляющих от 1,5 до 3 МПа, находятся в районе 200–500 тыс. $м^3$/сут. Следует отметить, что имеется значительное уменьшение дебитов (около 100 тыс. $м^3$/сут.) примерно в восточной, а также юго-восточной частях данной залежи.

Пласт T_1-II^б

Данный продуктивный горизонт приурочен к нижней части мономской свиты, а также перекрывается и подстилается аргиллитами. Горизонт T_1-II осложнён и представлен некоторым количеством песчаных пластов, которые не выдержаны по простиранию – выклиниваются или бывают замещены плотными разностями. Таким образом, все песчаники горизонта T_1-II принимаются как один единый объект для подсчёта с условным газоводяным контактом на абсолютной отметке – 2470,5 м.

Позже после оперативного пересчёта запасов горизонт T_1-II разделён на несколько подсчётных объектов – пласты T_1-II^а и T_1-II^б, которые имеют повсеместное разделение аргиллитовой перемычкой, также имеют различное распространение по площади и различные уровни газоводяного контакта. Пласт T_1-II^б распространён по большей части в северной левобережной части. Залежь T_1-II^б пластовая, сводовая, а также литологически экранированная, имеет размеры примерно 15,4 × 7 км и высоту 109 м.

ГВК залежи пласта T_1-II^б принят на абсолютной отметке – 2423 м. Самая высокозалегающая кровля насыщенных водой коллекторов вскрыта на отметке – 2422 м (скважина № 29).

Отмечается широкий диапазон изменения эффективных газонасыщенных толщин в скважинах залежи по пласту T_1-II^б – изменение от 1,8 м (скважина № 49) до 25,8 м (скважина № 61). Выявлено выклинивание коллектора пласта в направлении с севера на юг, поэтому они максимальны в своде, а на южном крыле структуры соответственно пласт-коллектор отсутствует.

Пласт T_1-II^а

Проницаемые прослои пласта T_1-II^а выклиниваются к центральной части поднятия. В самом своде структуры коллекторы в пределах пласта T_1-II^а отсутствуют. Залежь пластовая, сводовая, литологически экранированная размерами 18,5 × 12,4 км и высотой 114 м.

ГВК залежи T_1-II^а принят условно на абсолютной отметке – 2424 м. Данные опробования и ГИС новых скважин не противоречат принятому ранее уровню контакта. Наиболее глубокое залегание газонасыщенных коллекторов отмечено в скважине № 4 на а.о. – 2423,3 м, наиболее высокое залегание водонасыщенных коллекторов – в скважине № 6 на а.о. – 2425,6 м.

Эффективные газонасыщенные толщины пласта T_1-II^а достигают 22,8 м (скважина № 66). Максимальные толщины отмечаются в северной и северо-западной части залежи.

Дебиты газа из пластов горизонта T_1-II^а колеблются от 74,5 тыс. м^3/сут. до более 1 млн м^3/сут. в зависимости от толщины коллекторов и их фильтрационно-емкостных характеристик.

Пласт T_1-I^а

Данный пласт опробован по скважине № 1 (открытым стволом совместно с лежащими выше отложениями среднего, а также верхнего триаса) – получены притоки газа совместно с водой; в двух не попавших в контур скважинах № 6 и 17 зафиксирован приток воды. Залежь является пластовой, сводовой, а также литологически экранированной, распространение отмечено в южной и юго-восточной части структуры. Газоводяной контакт залежи условно принят на абсолютной отметке в – 2311 м. Высоту залежи приняли за 70 м, площадь газоносности принята примерно 25,65 км^2.

После подсчёта запасов произведено бурение 53-х скважин (№ 21 – 97), которые произвели вскрытие нижнетриасовых отложений. Результаты бурения на этих скважинах, а также испытание в скважине № 21 (интервал от 2346 до 2355 м (от – 2243,6 до – 2252,6 м), где получен приток промышленного объёма газа дебитом 134 тыс. м^3/сут. на штуцере диаметром 9,05 мм) позволяют уточнить границу распространения данного пласта. В контур газоносности смогли попасть 12 скважин: № 21, 26, 27, 32, 40, 46, 47, 49, 50, 53, 54 и 58.

Также по имеющимся данным предполагается наличие нарушения разрывного характера амплитудой примерно 40 м между скважинами № 21, 26 и 47, кровли пласта соответственно – 2244 м, – 2267 м и – 2391 м.

Разработка залежи в период с 2002 по 2005 гг. велась одной скважиной № 21, однако в настоящее время уже не разрабатывается, так как произошло резкое падение пластового давления.

Пласт T_1-I

Данный продуктивный пласт опробован лишь в скважине № 3 – произошло получение притока газа с конденсатом. Залежь является пластовой, сводовой, а также литологически ограниченной. Газоводяной контакт залежи условно принят на абсолютной отметке в – 2220 м. При этом газоводяном контакте высота залежи составляет всего 15 м, площадь имеющейся газоносности примерно 9,06 км^2.

Горизонт располагается в верхней части аргиллитовой толщи мономской свиты, сложен в основном песчаниками, а также алевролитами. По простиранию является не выдержанным литологически, о коллекторских свойствах данных практически нет.

Схематический разрез продуктивных горизонтов рассматриваемого газоконденсатного месторождения показан на рисунке 3.

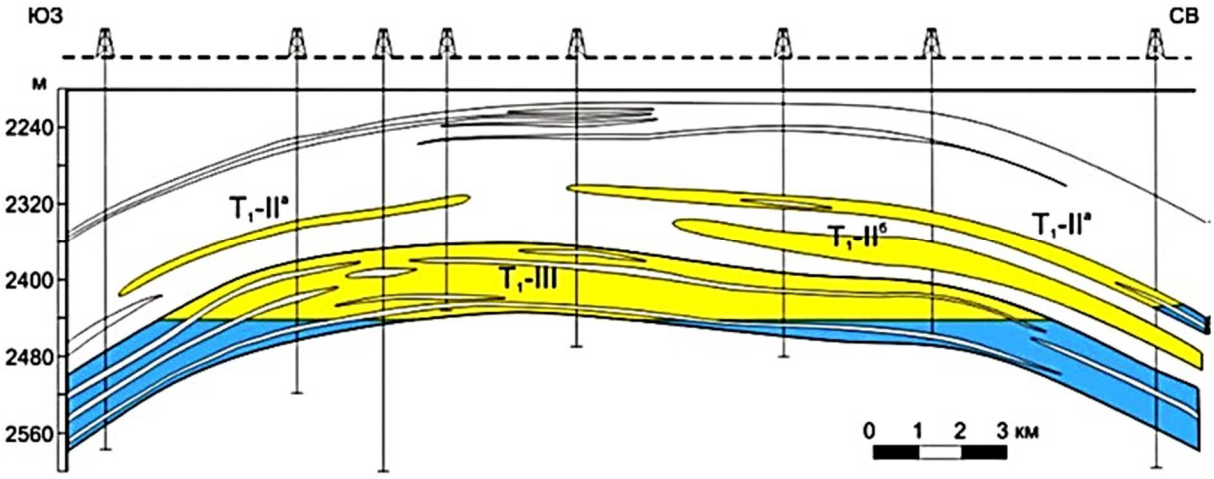


Рисунок 3 – Схематический разрез продуктивных горизонтов ГКМ

Месторождение находится в разработке с 1975 года. Достаточно долгая разработка сочетается с относительно высокой степенью изученности геологического разреза. В исследуемых пластах значительных геологических нарушений не выявлено.

Запасы свободного газа по состоянию на 01.01.2025 г. по всему месторождению составляют 224,8 млрд м^3, геологические запасы конденсата 11,9 млн тонн. Согласно классификации месторождений по величине извлекаемых запасов, месторождение относится к очень крупным.

Анализ текущего состояния разработки месторождения

По состоянию на 01.01.2025 г. из месторождения отобрано 16,5 % начальных запасов газа. Пересчитаны и утверждены запасы газа по основным газоконденсатным залежам пластов T_1-III, T_1-II^a и T_1-II^b.

В таблицах 1 и 2 приведены основные геологические, промысловые и текущие термодинамические исходные данные по состоянию на начало 2025 года, принятые для проектирования технологических показателей разработки ГКМ на проектный период 2025–2065 гг.

Таблица 1 – Основные исходные геологические и термодинамические данные для проектирования технологических показателей разработки

Наименование	Пласты		
	T_1-III	T_1-II^б	T_1-II^a
1	2	3	4
Средняя глубина залегания пласта, м	2440	2410	2390
Площадь газоносности, км^2	114,7	72,1	115,6
Средняя эффективная газонасыщенная толщина, м	34,2	5,2	9,5
Средняя газонасыщенность, доли ед.	0,63	0,61	0,58
Пористость, доли ед.	0,21	0,19	0,19
Проницаемость, мД	86,04	199,49	162,76
Пластовое давление, МПа			
начальное	25,1	25,05	24,96
текущее на 01.01.2025 г.	19,77	20,34	21,12
Пластовая температура, °С	53	52	52
Свойства флюидов в текущих пластовых условиях на 01.01.2025 г.			
Плотность газа, кг/м^3	165,2	169,5	175,3
Вязкость газа, сП	0,0204	0,0208	0,0214
Коэффициент сжимаемости	0,833	0,837	0,841
Насыщенность порового пространства выпавшим конденсатом, %	0,3011	0,2589	0,1949
Плотность выпавшего в пласт конденсата, кг/м^3	513,1	512,0	511,5
Вязкость выпавшего в пласт конденсата, сП	0,0825	0,0820	0,0820

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
Коэффициент сжимаемости выпавшего конденсата	0,9575	0,9815	1,0135
Относительная плотность газа по воздуху при стандартных условиях	0,614		
Текущий накопленный отбор газа, млрд. $м^3$	22,951	2,332	3,835
Текущий накопленный отбор конденсата, тыс. тонн	1338,8	131,7	232,8
Начальный потенциал фракции $C_{5+в}$ в пластовом газе, $г/м^3$	63,0		
Конечный коэффициент извлечения конденсата	0,750		
Текущее содержание фракции $C_{5+в}$ в пластовом газе, $г/м^3$	57,1	58,2	59,6
Текущий коэффициент извлечения газа	0,171	0,206	0,123
Текущий коэффициент извлечения конденсата	0,157	0,182	0,117

Таблица 2 – Основные исходные геолого-промысловые данные для проектирования технологических показателей разработки

Наименование	Пласты		
	T_1-III	T_1-II[b]	T1-II[a]
Коэффициенты фильтрационных сопротивлений «средней скважины»			
A, $МПа^2$ / (тыс. $м^3$/сут.)	0,0833400	0,0717200	0,1282600
B, (МПа / тыс. $м^3$/сут.)^2	0,0001074	0,0000337	0,0001274
Гидравлическое сопротивление λ ствола НКТ			
НКТ ∅ 114,3 × 7,0 мм	0,0379		
НКТ ∅ 88,9 × 6,5 мм	0,0417		
НКТ ∅ 73,0 × 5,5 мм	0,0448		
Параметр e^{2s}	1,53458	1,58914	1,5893
Максимально допустимая депрессия на пласт, % от $P_{пл}$ (текущее)	15	10	18
Диапазон изменения рабочей депрессии в проектный период, МПа	0,98–2,56	0,68–1,5	0,70–2,56
Давление на входе в магистральный газопровод*, МПа	7,4 – (5,4)	7,4 – (5,4)	7,4 (5,4)
Фонд действующих газоконденсатных скважин на 01.01.2025 г.	22	3	5
Фонд газоконденсатных скважин, готовых вводу в эксплуатацию в 2026 году	7	3	1
Коэффициент эксплуатации добывающих скважин, доли ед.	0,200–0,920		
Коэффициент эксплуатации нагнетательных скважин, доли ед.	0,700		
Диаметр НКТ добывающих и нагнетательных скважин, мм	от НКТ ∅ 73,0 × 5,5 до НКТ ∅ 114,0 × 7,0 в зависимости от дебита скважин		

* При снижении категорийности газопровода при длительной эксплуатации.

На данный момент на рассматриваемом ГКМ пробурено 77 скважин, из них по состоянию на начало 2025 года ликвидированы 24 скважины. Общий фонд включает в себя 53 скважины, в том числе: находится в эксплуатационном фонде 44 скважины, из них действующие 30, во временной консервации числятся 3 скважины, в бездействующем фонде находятся 5 скважин, в ожидании подключения 6 скважин и в наблюдательном фонде 9 скважин (табл. 3).

Если судить по данным гидродинамических испытаний, то энергетическое состояние залежи на данный момент весьма удовлетворительное, и в зоне активных отборов пластовое давление составляет 19 МПа. Также по фактическим замерам пластового давления по состоянию на 01.01.2025 г. можно наблюдать незначительное падение давления по площади пласта T_1-III, однако оно характеризуется как удовлетворительно стабильное. Стоит отметить, что в зоне активных отборов наблюдается заметная сформированная депрессионная воронка (рис. 4). Депрессия на пласт составляет примерно 0,87 МПа (или 4,58 % от общего пластового давления). Судя по данным, продуктивный пласт сейчас разрабатывается в условиях чисто газового режима.

Таблица 3 – Характеристика фонда скважин ГКМ

Фонд добывающих скважин	44
Пробурено	35
переведено из	9
в том числе	
действующие	30
бездействующие	5
в ожидании подключения	6
в консервации	3
Фонд наблюдательных скважин	**9**
Фонд скважин	**53**

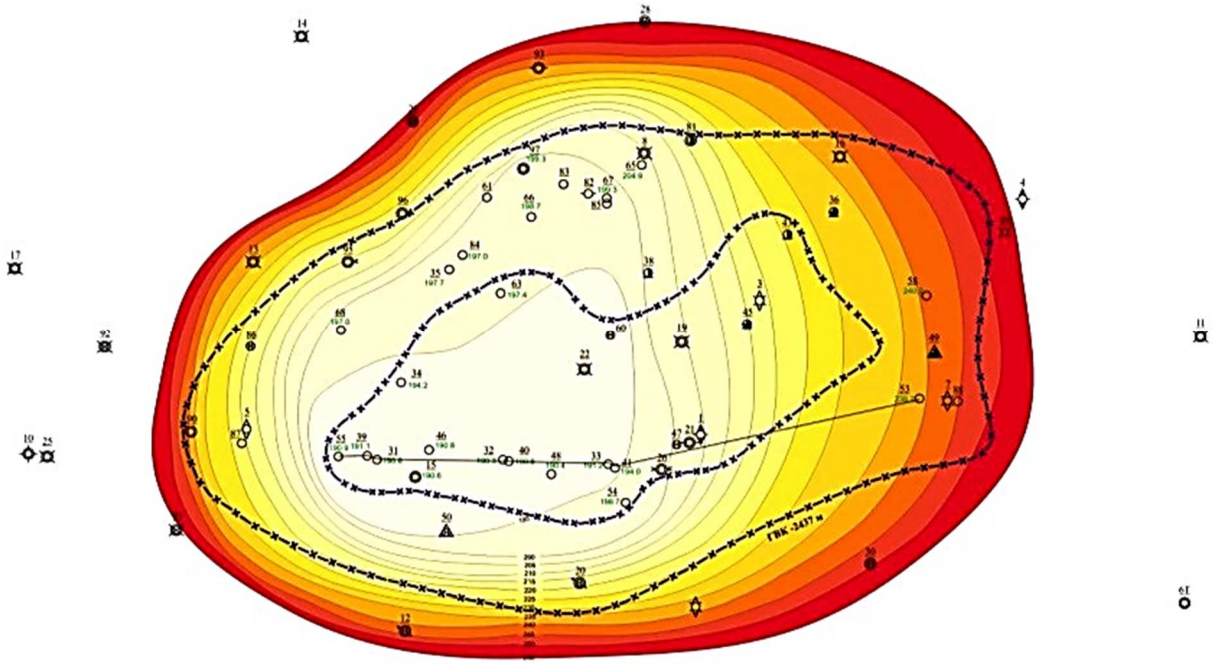


Рисунок 4 – Карта изобар по пласту T_1-III по состоянию на 01.01.2025 г.

Добыча характеризуется сезонной неравномерностью. Отборы газа ограничиваются наличием поставок только на территории республики, в таких условиях у месторождения существует большой потенциал для обратной закачки газа и повышения конденсатоизвлечения.

Анализ режима разработки залежи T_1-III

В качестве примера для составления проекта разработки Средневилюйского ГКМ было использовано соседнее Мастахское ГКМ, таким образом, была принята модель с активным водонапорным режимом.

Для начала произведём сравнение расчётного и фактического отборов для залежи T_1-III в течение выбранного периода. Таким образом, в соответствии с формулой определяем количество газа $V_{газа}$ в 1 м^3 порового пространства в начале разработки залежи:

$$V_{газа} = \frac{P_{пл} \cdot T_{ст}}{P_{ст} \cdot T_{пл} \cdot Z},$$

где $P_{пл}$ и $P_{ст}$ – пластовое и стандартное абсолютное давления, МПа; $T_{пл}$ и $T_{ст}$ – пластовая и стандартная температуры, °К; Z – коэффициент сжимаемости.

Получим, что в 1 м^3 насыщенного газом порового пространства залежи к началу разработки находилось примерно 258,88 м^3 газа. Общий же объём порового простран-

ства, который занят газом, в условиях оценки начальных запасов газа к началу промышленной разработки составляет 104 млрд м^3 / 258,88 м^3 = 0,402 млрд м^3. Используемые здесь 104 млрд м^3 – это начальные геологические запасы, оценённые как путём объёмного метода, так и путём расчёта материального баланса.

Определение коэффициента сжимаемости для газа происходило на основе псевдокритического давления и температуры в случае среднего состава газа; эти значения определены согласно Инструкции по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных пластов и скважин. Расчёты коэффициентов в интервале давлений 25,25 – 20,00 МПа приведены на рисунке 5.

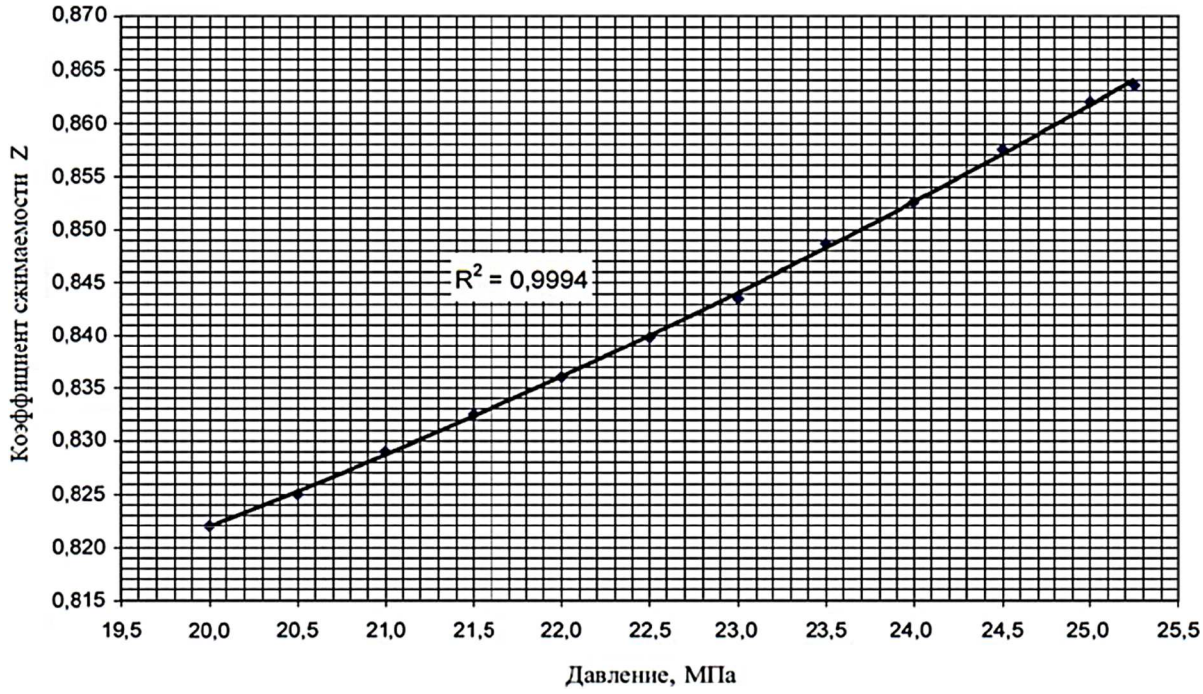


Рисунок 5 – Зависимость Z в интервале давлений 25,25 – 20,00 МПа для залежи T_1-III

Таким образом, при текущем средневзвешенном по пласту давлении, равном 21,28 МПа и Z = 0,8356, а также неизменной температуре получаем, что количество газа в 1 м^3 порового пространства должно находиться на уровне 222,73 м^3. Отсюда следует, что из каждого кубометра порового пространства, насыщенного газом, за расчётный период извлечено приблизительно 36,15 м^3 природного газа.

С учётом формулы, рассчитаем суммарный объём отобранного природного газа:

$$Q_{расч} = 36{,}15 \cdot \alpha \cdot \Omega_н ,$$

где $\alpha \cdot \Omega_н$ – начальное насыщенное газом пространство.

Согласно расчёту $Q_{расч}$ = 14,522 млрд м^3, это значит, что фактический суммарный отбор за расчётный период находится на уровне 14,557 млрд м^3.

Таким образом, разница теоретического и фактического отбора при условии корректности оценки пластового давления является практически незначительной и составляет примерно 35 млн м^3 природного газа. Эта разница может объясняться в основном за счёт потерь при добыче, проведении ГДИ или погрешностями измерений давления. Условное совпадение теоретического и фактического отборов говорит о том, что месторождение использует только газовую составляющую режима при разработке залежи T_1-III (замкнуто-упругий режим дренирования).

Также следует обратить внимание, что как при газовом, так и при водонапорном режиме выявляется отличие расчётных и фактических значений давления, что особенно видно в период с 8 до 10 млрд м^3 (фактические снижаются медленнее) (рис. 6). Отчасти это объясняется за счёт принятия новой модели дренирования залежи.

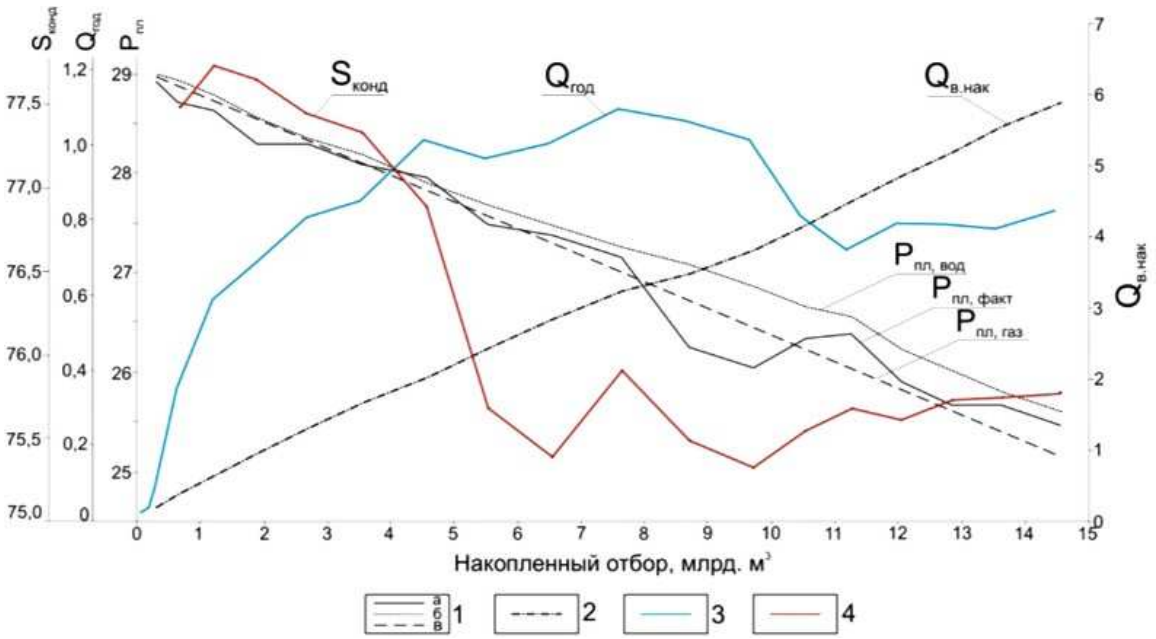


Рисунок 6 – Показатели разработки продуктивного горизонта T_1-III:
1 – зависимости падения пластового давления для фактического (а),
расчётного водонапорного (б) и газового режимов (МПа)
с учётом коэффициента сверхсжимаемости;
2 – расчётное поступление воды в залежь, млн м^3; 3 – годовой отбор, млрд м^3;
4 – динамика изменения содержания конденсата в продукте, тонн/млн м^3

Для приблизительной оценки эксплуатационной рабочей характеристики горизонта T_1-III приведены графики (рис. 7 и 8), на которых можно наблюдать незначительную стабилизацию отборов в диапазоне накопленной добычи около 4,5–9,5 млрд м^3 (это 4,2–9,0 % от геологических запасов). Соответственно при увеличении накопленной добычи в последние годы можно наблюдать предполагаемое падение годовых отборов и среднесуточных дебитов за счёт подключения в разработку залежей T_1-II^а и T_1-II^б и новых скважин на левобережной территории месторождения. Также отборы снизились за счёт возникновения депрессионной воронки на правом берегу T_1-III.

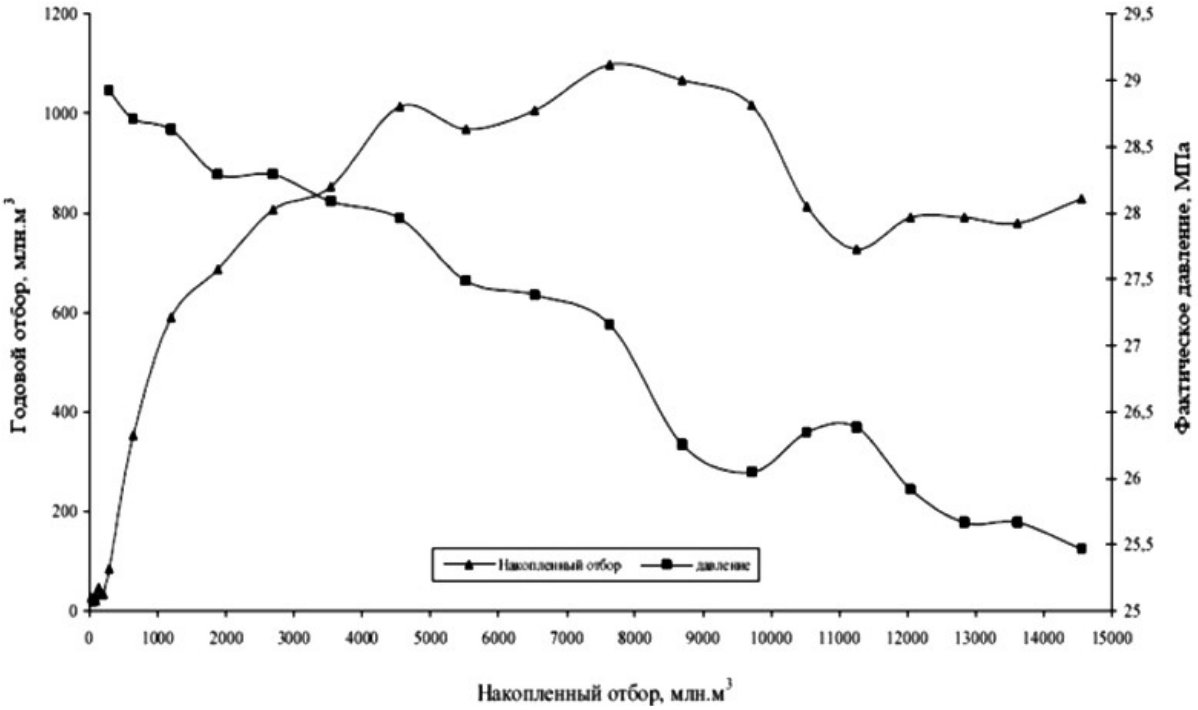


Рисунок 7 – Графики годовых отборов и фактического падения давления
в зависимости от накопленного отбора

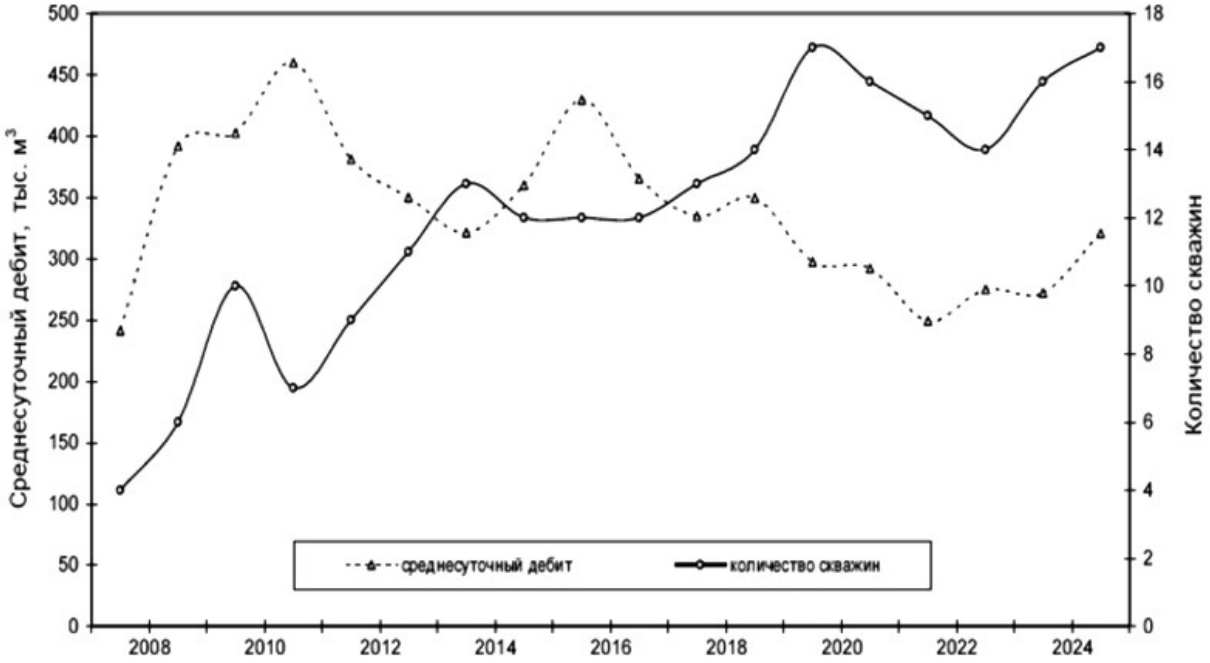


Рисунок 8 – Среднесуточные дебиты и количество скважин, эксплуатирующих залежь T_1-III

Заметно, что для обеспечения более равномерного по площади отбора газа необходимо увеличивать количество эксплуатационных скважин.

В условиях эксплуатации газоконденсатных скважин ГКМ некоторое снижение величины проводимости призабойной части пласта вполне объяснимо на фоне снижения пластового давления ниже давления начала конденсации и выпадения (особенно в призабойной зоне) жидкой фазы, которая естественно снижает эффективную проницаемость этой области пласта.

Способствует этому и эксплуатация скважин на предельно низких дебитах в период сезонного снижения добычи газа на промысле (с коэффициентом эксплуатации скважин 0,250–0,350), что приводит к резкому снижению в работающих скважинах скорости потока газа в колонне НКТ и скоплению углеводородного и водного конденсата в призабойной зоне.

Учитывая это, вполне допустимо предположить, что наблюдаемое снижение величины фильтрационного сопротивления $A_{ср}$ в последние годы отражает не истинное ухудшение фильтрационных свойств пласта, а только последствия периодического отклонения технологического режима работы скважин от оптимального, в том числе и при проведении ГДИ.

Планируемый переход разработки месторождения с повышенным суточным и годовым отбором газа будет способствовать эксплуатации скважин с более стабильным технологическим режимом, сохраняющим высокие продуктивные свойства призабойной зоны пласта.

В процессе проведения ГДИ не зафиксировано разрушений коллектора или наличия пластовой минерализованной воды. Однако стоит учитывать, что из 20 скважин эксплуатационного фонда T_1-III достаточно близко к зоне газоводяного контакта располагаются 14 скважин, так что величина допустимой депрессии на эти скважины должна быть существенно ограничена. И только несколько скважин располагаются в чисто газовой зоне залежи.

В целом в результате анализа разработки можно сделать вывод, что на месторождении достигнута стабилизация отборов, хотя она колеблется в течение года вследствие нескольких факторов. Признаков появления падающей добычи не обнаружено. Данный факт обусловлен достаточно низкими газовыми отборами (1 % от начальных геологических запасов). Для коллектора нижнего триаса Хапчагайского мегавала такие отборы считаются оптимальными для дальнейшего обеспечения продолжительной стабилизации промышленной разработки месторождений.

С определённой степенью уверенности можно предположить, что преобладает чисто газовый режим, несмотря на незначительное влияние поступления краевых и подошвенных вод.

Рассматриваемое ГКМ является главным поставщиком газа центральным районам Республики Саха (Якутия). В связи с тем, что основной объём газа в данном регионе потребляется коммунально-бытовыми предприятиями и населением для выработки тепла, которого в условиях Якутии, где температура воздуха зимой достигает минус 55 – минус 60 °С, а летом колеблется от плюс 35 до плюс 40 °С, объёмы газопотребления в 1 и 4 кварталах года отличаются от газопотребления во 2 и 3 кварталах более, чем в 2,4 раза.

Результаты расчёта применения сайклинг процесса

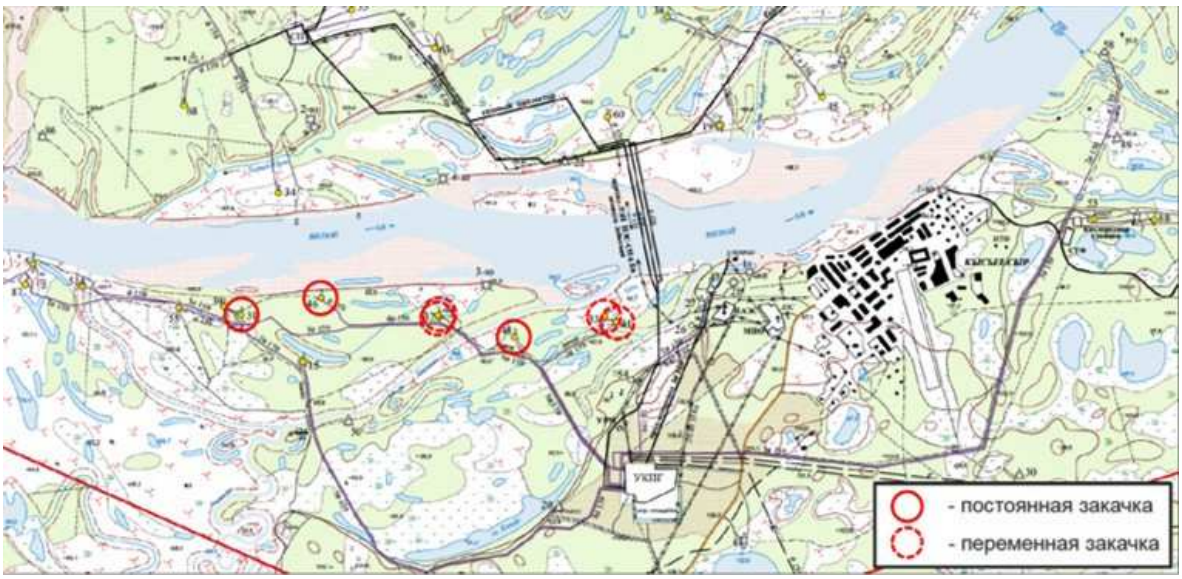
Для оценки эффективности использования сайклинг-процесса проведено моделирование по имеющимся данным, которое позволяет оценить прирост отбора конденсата на ~60 %.

Моделирование приведено для двух вариантов закачки сухого газа:

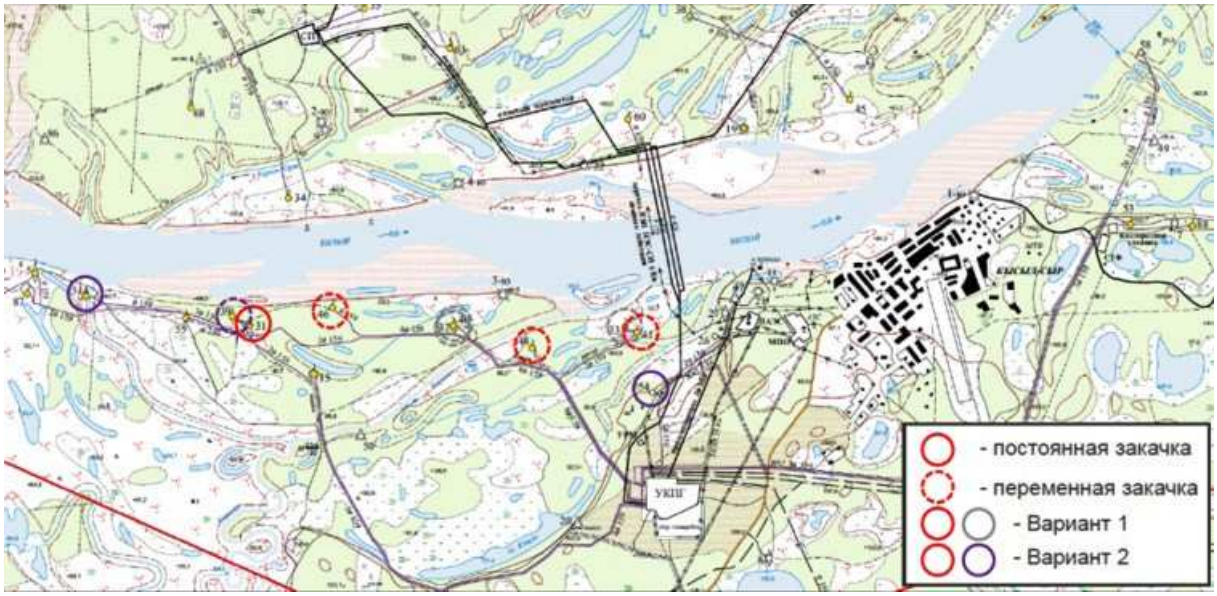
- вариант 1 – 3,7 млрд м^3/год по 8 скважинам правого берега. Данный вариант является оптимальным, т.к. производится заполнение образовавшейся депрессионной воронки, а также не требует значительной модификации текущей газотранспортной системы УКПГ;
- вариант 2 – 6,2 млрд м^3/год по 8 скважинам правого берега с бурением новых нагнетательных скважин. Для обеспечения уровня добычи при данном варианте необходимо подключение Толонского газоконденсатного месторождения (от 2,0 до 8,6 млн м^3/сут.).

Ограничения:	Ограничения для нагнетательных скважин:
$P_{укпг-2}$ = 90 кг/см^2	$Q_{gi} = 0{,}35 \cdot Q$ (ноябрь – март)
Q = 10 млн м^3/сут.	$Q_{gi} = 0{,}60 \cdot Q$ (апрель – май, сентябрь – октябрь)
ΔP < 50 кг/см^2	$Q_{gi} = 0{,}83 \cdot Q$ (июнь – август)
Q_w = 750 тыс. м^3/сут.	Q_{giw} < 1,25 млн м^3/сут.
	$P_{заб}$ < 300 кг/см^2

Для варианта 1 постоянная закачка газа будет производиться по скважинам № 31, 46 и 48; переменная закачка газа с апреля по октябрь – по скважинам № 32 и 40; с июня по август – по скважинам № 33 и 41. Для варианта 2 постоянная закачка газа будет производиться по скважинам № 31, 51 и 54; переменная закачка газа с апреля по октябрь – по скважинам № 39 и 46, с июня по август – по скважинам № 41 и 48 (рис. 9).



Вариант 1



Вариант 2

Рисунок 9 – Скважины с постоянной и переменной закачкой

При отборе газа 1,8 млрд м^3/год падение пластового давления за 10 лет при использовании сайклинг-процесса составляет 12,5 бар, без сайклинг-процесса – 29 бар. Моделирование закачки осуществлено в программном комплексе для трёхмерного компьютерного моделирования разработки месторождений углеводородов Tempest MORE с подключением VFP-таблиц для расчёта устьевых давлений нагнетательных скважин. Результаты моделирования приведены на рисунках 10–14.

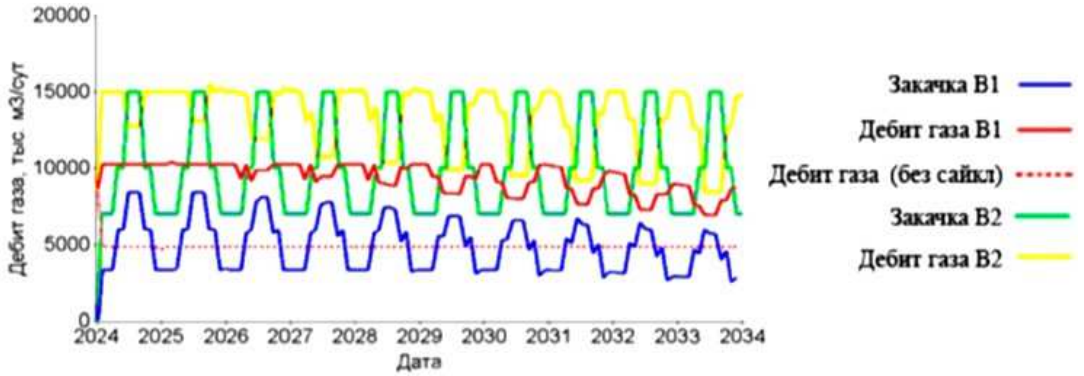


Рисунок 10 – Добыча и закачка для варианта 1 и 2

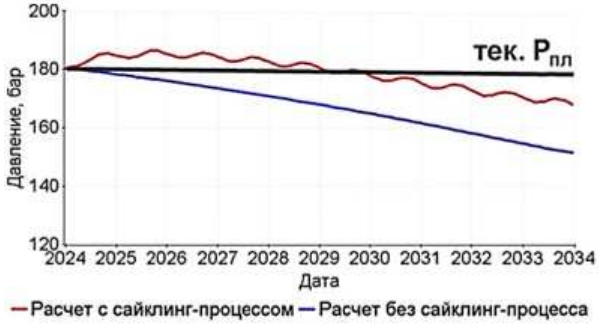


Рисунок 11 – Среднее пластовое давление в зоне закачки для варианта 1

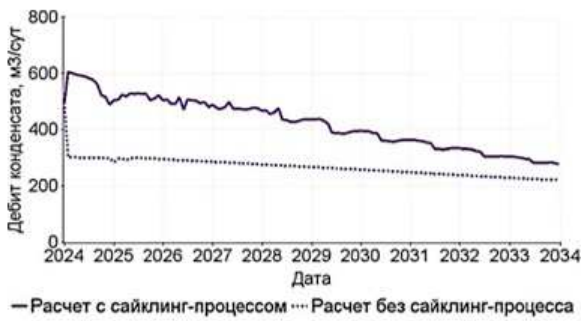


Рисунок 12 – Добыча конденсата для варианта 1

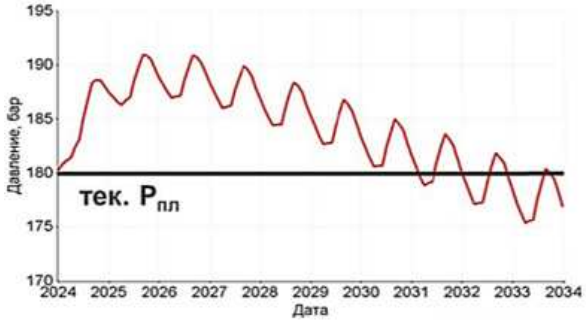


Рисунок 13 – Среднее пластовое давление в зоне закачки для варианта 2

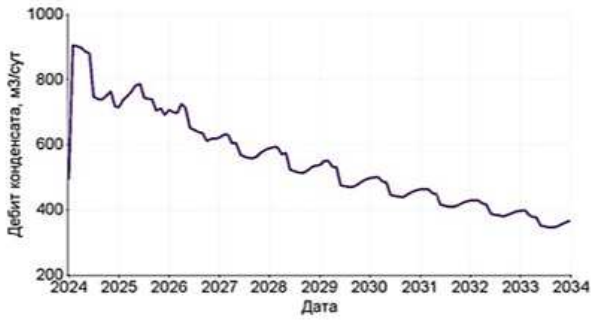


Рисунок 14 – Добыча конденсата для варианта 2

Так как для применения варианта 2 необходимы значительные финансовые вложения, дальнейший анализ будет проводиться для варианта 1. В дальнейшем при успешном применении возможен переход ко второму варианту. Расчёты показывают, что прирост отбора конденсата составляет на уровне +60 % и КИК становится равным 0,682.

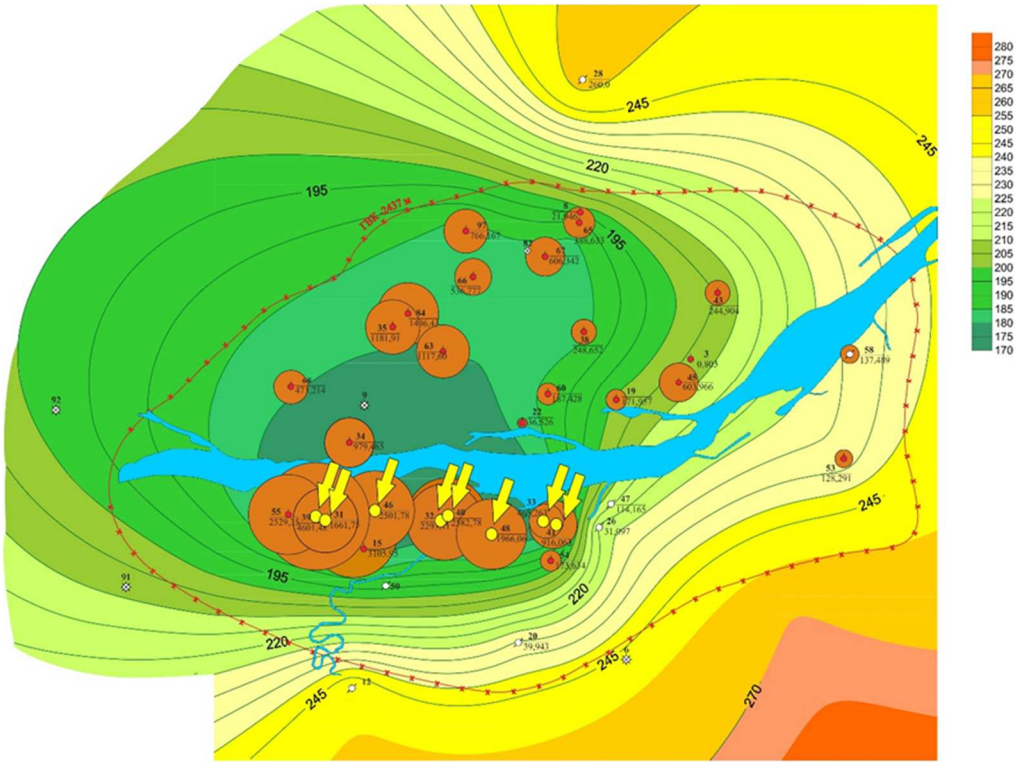


Рисунок 15 – Карта изобар и накопленной добычи газа для варианта 1

На рисунке 15 приведена карта изобар и накопленной добычи для 1 варианта применения сайклинг-процесса. Значительные колебания закачки и дебита скважин объясняются сезонной неравномерностью нагнетания газа и отборов газа. Прирост отборов конденсата происходит вследствие увеличения отборов газа испарением ретроградных углеводородов, выпавших в пласте, и поддержанием давления.

Заключение

На основе расчётов применения частичного сайклинг-процесса на рассматриваемом ГКМ можно сделать следующие выводы:

1. Газоконденсатное месторождение является многозалежным, промышленные притоки газа имеются из юрских, триасовых и пермских отложений в интервале глубин от 950 до 2950 м. Залежи, приуроченные к этим горизонтам, сформированы регионально выдержанными покрышками (аргиллитовыми толщами неджелинской, моном-

ской, сунтарской и марыкчанской свит) или залегают непосредственно в этих покрышках (T_1-II, T_1-I). Чётко выявленных нарушений не наблюдается. По классификации извлекаемых запасов месторождение относится к очень крупным.

2. Месторождение находится на второй стадии разработки (период постоянной добычи). Утверждённое содержание конденсата 62 г/м^3. Давление начала конденсации газоконденсатной системы равно 22,5 МПа.

Основным объектом разработки является залежь T_1-III. Извлечено 18 % газа от НГЗ. Увеличение отборов газа ограничено региональным потолком реализации, годовой отбор не превышает 1,6 млрд м^3/год, хотя один из вариантов при проектировании разработки предполагает $Q_{год}$ = 4,0 млрд м^3/год.

3. Выполнен анализ моделирования газоконденсатного месторождения с учётом применения сайклинг-процесса. Анализ полученных данных позволяет оценить прирост добычи конденсата в 60 %, КИК составляет 0,682. Рассмотрено 2 варианта, один из которых предполагает привлечение соседнего Толонского газоконденсатного месторождения для дополнительного нагнетания сухого газа.

4. Расчёт гидродинамического сопротивления в газопроводе «УКПГ – скважина» позволяет оценить потери давления после компрессорной установки и до скважины как незначительные.

Литература

1. Анализ эффективности применения сайклинг-процесса в условиях газоконденсатного месторождения, расположенного в акватории Обской губы / Д.А. Березовский [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2024. – № 8(380). – С. 24–30.
2. Березовский Д.А. Анализ разработки газовых и газоконденсатных месторождений Краснодарского края и проблемы их эксплуатации на различных стадиях добычи углеводородного сырья / Д.А. Березовский, С.Б. Бекетов // Булатовские чтения. – 2022. – Т. 1. – С. 154–158.
3. Некоторые особенности применения сайклинг-процесса на газоконденсатном месторождении / Д.А. Березовский [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2024. – № 9(381). – С. 5-11.
4. Волженина Д.А. Анализ эффективности применения сайклинг-технологии при разработке залежей газового конденсата / Д.А. Волженина, И.В. Шарф, И.В. Сабанчин // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331. – № 5. – С. 18–27. DOI: 10.18799/24131830/2020/5/2633
5. Жарикова Н.Х. Анализ геолого-промысловой информации для выбора и обоснования вариантов разработки Термокарстового газоконденсатного месторождения / Н.Х. Жарикова, О.В. Савенок, Л.Г. Кусова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2022. – № 4. – С. 325–337.
6. Создание комплексной геолого-технической модели для повышения эффективности разработки III эксплуатационного объекта нефтегазоконденсатного месторождения / Н.Х. Жарикова [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 2. – С. 274–299.
7. Жданов К.Ю. Повышение конечной конденсатоотдачи пласта месторождений на поздней стадии разработки при закачке неуглеводородных газов / К.Ю. Жданов, С.В. Труфанов // Научно-технический сборник «Вести газовой науки». – 2020. – № S1(43). – С. 29–32.
8. Зубарев В.В. Результаты вычислительных экспериментов по повышению эффективности сайклинг-процесса // Георесурсы. – 2010. – № 2(34). – С. 46–48.
9. Катанова Р.К. Исследование влияния геолого-физических факторов на показатели разработки Средневилюйского месторождения / Р.К. Катанова, Е.И. Инякина // Академический журнал Западной Сибири. – 2020. – Т. 16. – № 6(89). – С. 22–25.
10. Кусов Г.В. Перспективы разработки Самбургского нефтегазоконденсатного месторождения. Обоснование технологий интенсификации добычи природного газа и газового конденсата / Г.В. Кусов, Д.А. Березовский, О.В. Савенок // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2017. – № 3. – С. 62–72.
11. Литовченко В.В. Перспективы применения сайклинг-процесса с целью повышения конденсатоотдачи на примере Средневилюйского газоконденсатного месторождения / В.В. Литовченко, Е.Е. Бондаренко, В.В. Уланов // Актуальные проблемы нефти и газа: сборник трудов VII Всероссийской молодёжной научной конференции (16–18 октября 2024 года, г. Москва). – М. : Институт проблем нефти и газа РАН, 2024. – С. 56–58.
12. Никифорова М.Н. Возможность применения частичного сайклинг-процесса на Средневилюйском газоконденсатном месторождении с целью увеличения конечной конденсатоотда-

чи / М.Н. Никифорова, А.П. Данилов // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. – 2022. – Т. 1. – С. 297–302.
13. Погодаев А.В. Особенности геологического строения и разработки нижнетриасовых залежей Средневилюйского газоконденсатного месторождения на востоке Сибирской платформы / А.В. Погодаев, В.С. Ситников // Геология нефти и газа. – 2008. – № 4. – С. 30–39.
14. Сивцева А.В. Оценка эффективности применения методов увеличения газоотдачи при освоении Средневилюйского ГКМ // Инновационные процессы в науке, технике и экономике: материалы Международной научно-практической конференции (21–22 апреля 2022 года, г. Нижневартовск) : в 2 ч. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2022. – Ч. 2. – С. 176–181.
15. Скиба А.К. Сайклинг-процесс в динамических моделях разработки газоконденсатного месторождения / А.К. Скиба, А.В. Злотов // Инновации и инвестиции. – 2016. – № 9. – С. 131–134.
16. Феоктистова О.В. Выявление потенциала газоносности пласта T_1-III в интервале таганджинской свиты нижнего триаса Вилюйской синеклизы (Восточная Сибирь) с помощью комплексирования технологии AVO анализа и классификации Байеса // Геология, география и глобальная энергия. – 2022. – № 3(86). – С. 19–27. DOI: 10.54398/20776322_2022_3_19
17. Перспективы добычи природного газа в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке с учётом особенностей структуры и локализации запасов / И.В. Филимонова [и др.] // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2024. – Т. 19. – № 2.
18. Чебан С.Е. Повышение коэффициента извлечения конденсата с помощью технологии сайклинг-процесса / С.Е. Чебан, С.Ф. Мулявин // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2016. – № 2. – С. 86–92. DOI: 10.31660/0445-0108-2016-2-86-92

References

1. Analysis of the efficiency of the cycling process application in conditions of a gas condensate field, located in the bay of Ob / D.A. Berezovsky [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2024. – № 8(380). – P. 24–30.
2. Berezovskiy D.A. Analysis of the development of gas and gas condensate fields on the Krasnodar territory and the problems of their operation at various stages of hydrocarbon production / D.A. Berezovskiy, S.B. Beketov // Readings of A.I. Bulatov. – 2022. – Vol. 1. – P. 154–158.
3. Some specific features of the cycling process application at a gas condensate field / D.A. Berezovsky [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2024. – № 9(381). – P. 5–11.
4. Volzhenina D.A. Analysis of efficiency of applying cycling in reservoir development of gas condensate / D.A. Volzhenina, I.V. Sharf, I.V. Sabanchin // Tomsk Polytechnic University News. Georesource Engineering. – 2020. – Vol. 331. – № 5. – P. 18–27. DOI: 10.18799/24131830/2020/5/2633
5. Zharikova N.Kh. Analysis of geological and field information for the selection and justification of development options for the Termokarstovoye gas and condensate field / N.Kh. Zharikova, O.V. Savenok, L.G. Kusova // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2022. – № 4. – P. 325–337.
6. Creation of a comprehensive geological and technical model to improve the efficiency of development of the III operational facility of an oil and gas condensate field / N.Kh. Zharikova [et al.] // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2025. – № 2. – P. 274–299.
7. Zhdanov K.Yu. Increasing the ultimate condensate recovery of fields at a late stage of development when injecting non-hydrocarbon gases / K.Yu. Zhdanov, S.V. Trufanov // Scientific and technical collection News of gas science. – 2020. – № S1(43). – P. 29–32.
8. Zubarev V.V. Numerical simulation results of cycling process efficiency improvement / Georesources. – 2010. – № 2(34). – P. 46–48.
9. Katanova R.K. Study of the influence of geological and physical factors on the development indicators of the Srednevilyuyskoye field / R.K. Katanova, E.I. Inyakina // Academic Journal of Western Siberia. – 2020. – Vol. 16. – № 6(89). – P. 22–25.
10. Kusov G.V. Prospects of development of the Samburgskoe oil, gas and condensate field. Justification of technologies of an intensification of production of natural gas and gas condensate / G.V. Kusov, D.A. Berezovskiy, O.V. Savenok // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2017. – № 3. – C. 62–72.
11. Litovchenko V.V. Prospects for the application of the cycling process to enhance condensate recovery using the Srednevilyuyskoye gas condensate field as an example / V.V. Litovchenko, E.E. Bondarenko, V.V. Ulanov // Actual problems of oil and gas: proceedings of the VII All-

Russian youth scientific conference (October 16–18, 2024, Moscow). – M. : Institute of oil and gas problems, Russian Academy of Sciences, 2024. – P. 56–58.
12. Nikiforova M.N. Possibility of using a partial cycling process on the Srednevilyuyskoye gas condensate field in order to increase the final condensate recovery / M.N. Nikiforova, A.P. Danilov // Problems of development of hydrocarbon and ore mineral deposits. – 2022. – Vol. 1. – P. 297–302.
13. Pogodayev A.V. Peculiarities of geological structure and development of Lower Triassic pools of Srednevilyuyskoye gas-condensate field on the East of Siberian / A.V. Pogodayev, V.S. Sitnikov // Oil and gas geology. – 2008. – № 4. – P. 30–39.
14. Sivtseva A.V. Evaluation of the efficiency of applying methods to increase gas recovery during the development of the Srednevilyuyskoye gas condensate field // Innovative processes in science, technology, and economics: Proceedings of the International scientific and practical conference (April 21–22, 2022, Nizhnevartovsk) : in 2 parts. – Tyumen : Tyumen Industrial University, 2022. – Part 2. – P. 176–181.
15. Skiba A.K. Cycling process in dynamic models of gas condensate field development / A.K. Skiba, A.V. Zlotov // Innovations and investments. – 2016. – № 9. – P. 131–134.
16. Feoktistova O.V. Identification of the gas potential of the T_1-III formation in the interval of the Tagandzha formation of the lower triassic of the Vilyui syneclise (Eastern Siberia) using the integration of AVO analysis technology and Bayesian classification // Geology, geography, and global energy. – 2022. – № 3(86). – P. 19–27. DOI: 10.54398/20776322_2022_3_19
17. Prospects for natural gas production in Eastern Siberia and the Far East, taking into account the peculiarities of the structure and localization of reserves / I.V. Filimonova // Oil and gas geology. Theory and practice. – 2024. – Vol. 19. – № 2.
18. Cheban S.E. Improvement of the condensate recovery factor by using the cycling process technology / S.E. Cheban, S.F. Mulyavin // Oil and Gas Studies. – 2016. – № 2. – P. 86–92. DOI: 10.31660/0445-0108-2016-2-86-92

УДК 628.147.22

АНАЛИЗ ТИПОВ КОРРОЗИИ НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

♦♦♦♦♦

ANALYSIS OF CORROSION TYPES IN OIL AND GAS FIELD EQUIPMENT

Горпинченко Алексей Николаевич
ООО «Газпром персонал» проект «Ачим Деведопмент»
swengorr@yandex.ru

Аннотация. В статье выполнен анализ типов коррозии нефтегазопромыслового оборудования – межкристаллитная коррозия, «ножевая» коррозия, коррозионное растрескивание, язвенная коррозия, питтинговая (точечная) коррозия.

Ключевые слова: межкристаллитная коррозия; «ножевая» коррозия; коррозионное растрескивание; язвенная коррозия; питтинговая (точечная) коррозия.

Gorpinchenko Alexey Nikolaevich
LLC «Gazprom personnel»
project «Achim Development»
swengorr@yandex.ru

Annotation. The article analyzes the types of corrosion of oil and gas production equipment – intergranular corrosion; «knife» corrosion; stress corrosion cracking; pitting corrosion; pitting corrosion.

Keywords: intergranular corrosion; «knife» corrosion; stress corrosion cracking; pitting corrosion; pitting corrosion.

Межкристаллитная коррозия

Межкристаллитная коррозия – один из видов местной коррозии металла, который приводит к избирательному разрушению границ зерна (рис. 1). Межкристаллитная коррозия – очень опасный вид разрушения, т.к. визуально её не всегда можно определить. Металл теряет свою пластичность и прочность.



Рисунок 1 – Межкристаллитная коррозия

Межкристаллитной коррозии чаще всего подвергаются металлы и сплавы, которые легко становятся пассивными. К ним относятся хромникелевые и хромистые сплавы (нержавеющие стали), сплавы алюминия, никеля, некоторые другие.

Причина возникновения межкристаллитной коррозии – структурные превращения на границах зёрен металла. Зона структурных превращений становится анодом, который усиленно растворяется. Связь между зёрнами металла нарушается и происходит их выкрашивание. Вследствие этих процессов металлические конструкции при эксплуатации теряют свои свойства и быстро приходят в негодность.

Факторы межкристаллитной коррозии:

1) состав сплава;
2) температура;
3) время выдержки при повышенных температурах;
4) среда.

Скорость протекания межкристаллитной коррозии определяется потенциалом металла. Ускоренное её развитие наблюдается при потенциалах входа в транспассивную область (1,15–1,25 В), а также при потенциале активно-пассивного перехода (около 0,35В). В разных областях межкристаллитная коррозия может протекать по разным механизмам (рис. 2).

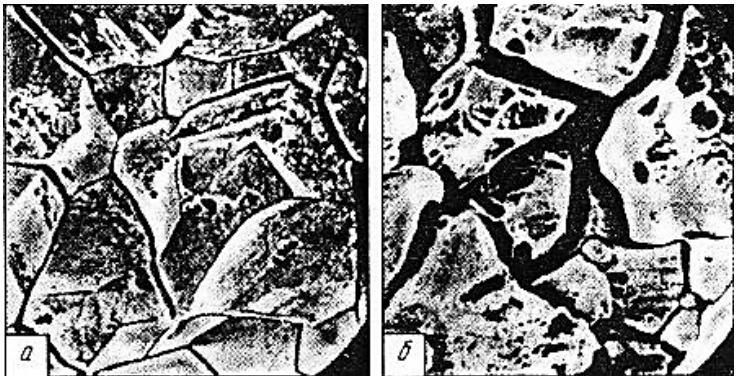


Рисунок 2 – Межкристаллитная коррозия:
а – микроструктура металла до коррозии;
б – микроструктура на стадии коррозии, образование трещин по границам металла

«Ножевая» коррозия

«Ножевая» коррозия – разновидность межкристаллитной коррозии. Ножевая коррозия – местное разрушение, которое наблюдается на сварных швах, протекает в узкой зоне на границе «основной металл – сварной шов» (рисунок 3). Ножевой коррозии подвержены многослойные сварные швы высокоуглеродистых хромникелевых сталей, стабилизированные титаном стали, которые эксплуатируются в азотной кислоте, даже стали с большим содержанием молибдена.

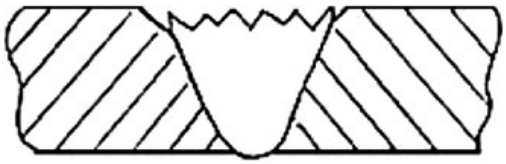


Рисунок 3 – «Ножевая» коррозия

При сварке почти расплавленный металл (с температурой около 1300 °С) контактирует с холодным. В расплавленном металле растворяются карбиды хрома или титана, а при его охлаждении не успевают выделиться новые карбиды. При этом углерод остаётся в твёрдом растворе. Из-за достаточно медленного охлаждения выпадает большое количество карбидов хрома. В агрессивных средах происходит постепенное растворение (на межкристаллитном уровне) узкой зоны возле сварного шва.

Предотвращение ножевой коррозии:

- применять только низкоуглеродистые хромникелевые стали;
- избегать «опасных» температур околошовной зоны;
- использовать стабилизирующий отжиг при температурах 870–1150 °С (карбиды хрома переходят в твёрдый раствор).

Коррозионное растрескивание

Коррозионное растрескивание металлов – это один из видов коррозионных разрушений (коррозии), при котором в металле зарождается и развивается множество трещин (рис. 4). Возникает коррозионное растрескивание при одновременном воздействии на металл агрессивной коррозионной среды и растягивающих напряжений. Характерной особенностью коррозионного растрескивания является практически полное отсутствие пластической деформации металлического изделия.



Рисунок 4 – Коррозионное растрескивание

Коррозионное растрескивание – очень опасный вид разрушения металла, т.к. не всегда его можно вовремя заметить. Чаще всего коррозионному растрескиванию подвергаются металлы, в которых после механической или термической обработки присутствуют остаточные напряжения; также металлические изделия, эксплуатируемые при повышенных температурах и давлениях. Встречается коррозионное растрескивание при сварке, сборке или монтаже металлических деталей и т.п.

Коррозионному растрескиванию могут подвергаться все металлы и сплавы, которые находятся в напряжённом состоянии. Большое влияние на интенсивность коррозионного растрескивания оказывает коррозионная среда (её характер, состав и концентрация агрессивных агентов).

В теплоэнергетической, химической и нефтегазовой отраслях 20–40 % всех коррозионных разрушений приходится именно на коррозионное растрескивание.

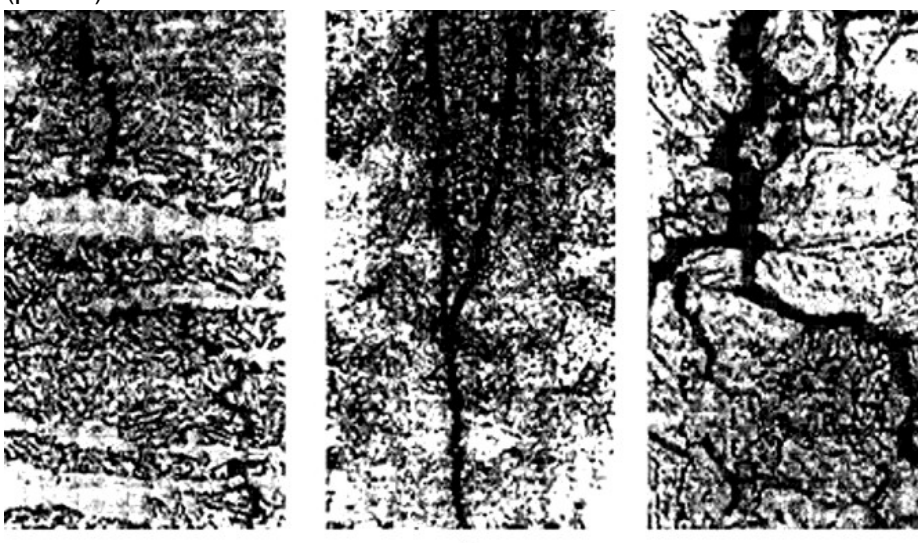
Особенности коррозионного разрушения металлов:

- существует возможность возникновения транскристаллитных и межкристаллитных трещин с разветвлениями;
- металл с появлением трещин охрупчивается;
- от величины приложенных растягивающих напряжений зависит время до начала образования трещины (индукционный период).

Коррозионное растрескивание сталей наблюдается в растворах, которые содержат кислоты, хлориды, щёлочи, нитраты, H_2S, CO_2, NH_3. Менее склонны к коррозионному растрескиванию углеродистые стали с перлитной или перлитно-ферритной структурой, содержащие в своём составе более 0,2 % углерода. Мартенситная структура стали является самой чувствительной к данному виду коррозии, т.к. все режимы термообработки, в результате которых образуется мартенсит, делают сталь склонной к коррозионному растрескиванию.

Хромникелевые аустенитные стали более подвержены коррозионному растрескиванию, чем ферритные и полуферритные хромистые стали. В нержавеющих сталях аустенит не обладает достаточной стабильностью и в условиях химических предприятий достаточно часто встречается коррозионное растрескивание аустенитных хромникелевых сталей. Введение стабилизаторов, легирующих компонентов, увеличение содержания никеля не оказывает существенного воздействия на склонность аустенитных сталей к коррозионному воздействию.

Коррозионному растрескиванию подвержены не только чёрные металлы и сплавы, а и цветные (например, медноцинковые и алюминиевомагниевые сплавы). В присутствии паров аммиака быстро корродируют с коррозионным растрескиванием сплавы меди с оловом, цинком и алюминием. А в растворах карбонатов, хлоридов, сульфатов и хроматов разрушаются магниевые сплавы, которые находятся в напряжённом состоянии (рис. 5).



а *б* *в*

Рисунок 5 – Типичный вид коррозионного растрескивания:
а – сталь 03Х16Н4С2, межкристаллитное разрушение, слабо ветвящаяся трещина;
б – сталь 03Х12К12Н2, транскристаллитное разрушение;
в – сталь 03Х12К12Д2, межкристаллитное разрушение, ветвящаяся трещина

Язвенная коррозия

Язвенная коррозия – это форма локального поражения, результатом которой являются поры в металле (рис. 6). Эти поры могут быть как малого, так и большого диаметра, но чаще всего они относительно малы. Они могут быть причиной сквозного прободения металла или сплава. Часто поры изолированы либо расположены так близко друг к другу, что выглядят как шероховатость поверхности. В общем, поры можно представить как отверстия или каверны, диаметр которых равен или меньше их длины.

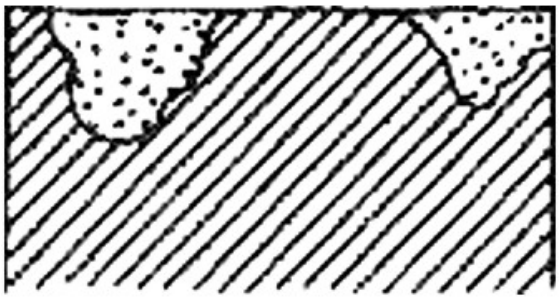


Рисунок 6 – Язвенная коррозия

Питтинг – это одна из наиболее коварных форм коррозии. Он приводит к разрушению оборудования вследствие сквозного прободения при очень незначительной потере общего веса всей конструкции.

Язвенная коррозия часто развивается в местах пор или повреждённых участков:

- непроводящего слоя металлической поверхности (окисной плёнки);
- металлического покрытия поверхности, которое является более благородным по отношению к основному металлу (это может инициировать питтинг на основном металле).

Язвенная коррозия часто наблюдается у нержавеющих стальных сплавов. На развитие коррозии влияют такие факторы, как температура и движение среды.

Питтинговая (точечная) коррозия

Питтинговая (точечная) коррозия – вид коррозионного разрушения, которому подвергаются исключительно пассивные металлы и сплавы. Питтинговая коррозия наблюдается у никелевых, циркониевых, хромникелевых, хромистых, алюминиевых сплавов и др.

При питтинговой (точечной) коррозии разрушению подвергаются только отдельные участки поверхности, на которых образуются глубокие поражения – питтинги (точечные язвы) (рис. 7).

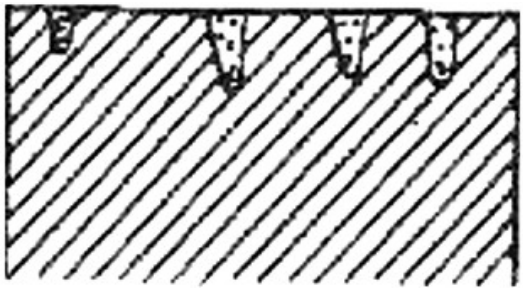


Рисунок 7 – Питтинговая (точечная) коррозия

Наблюдается питтинговая коррозия при воздействии на металл или сплав не только пассиваторов (приводят поверхность в пассивное состояние, например, окислитель), но и ионов-активаторов (Cl^-, Br^-, J^-). Активно протекает питтинговая (точечная) коррозия в морской воде, смеси азотной и соляной кислот, растворах хлорного железа, других агрессивных средах.

По размерам питтинги различают:

- микропиттинги (до 0,1 мм);
- питтинги (0,1–1 мм);
- пятно, язва (более 1 мм).

Питтинг может быть закрытым, открытым и поверхностным.

Открытые питтинги – хорошо видны на поверхности невооружённым глазом или под небольшим увеличением. Если открытых питтингов очень много – коррозия приобретает сплошной характер. В открытом питтинге дно поры выступает в качестве анода, а пассивная плёнка – катода.

Закрытые питтинги – очень опасный вид коррозионного разрушения, т.к. такие повреждения нельзя увидеть воочию, определить их наличие можно лишь по специальным приборам. Закрытые питтинги развиваются вглубь металла или сплава. Закрытый питтинг может послужить причиной пробоя даже в нержавеющих сталях.

Поверхностный питтинг – вид питтинга, который развивается больше вширь, чем вглубь, образуя на поверхности металла или сплава выбоины.

Этапы роста питтинга:

1. Зарождение питтинга происходит в местах дефектов пассивной плёнки (царапины, разрывы) или её слабых местах (если имеет место неоднородность сплава) при достижении определённого потенциала – потенциала питтингообразования. Ионы-активаторы вытесняют адсорбированный на поверхности кислород или при взаимодействии разрушают оксидную защитную плёнку.

2. Рост питтинга – происходит по электрохимическому механизму вследствие интенсивного растворения пассивной оксидной плёнки. Из-за активного растворения плёнки происходит усиление анодного процесса в самом питтинге (активационный рост питтинга). Со временем, когда питтинг будет достаточно расширен, активационный рост замедляется, начинается диффузионный режим роста питтинга.

3. Иногда рост питтинга прекращается и наступает стадия репассивации. Основной причиной репассивации можно считать сдвиг потенциала поверхности в отрицательную сторону, т.е. сторону пассивации. Питтинг с диффузионным режимом роста (постепенно, стабильно растущий питтинг) не может перейти в стадию репассивации.

Склонность к питтинговой коррозии определяется некоторыми факторами:

- природой металла или сплава (склонны к образованию питтингов алюминий, никель, цинк; молибден, хром, кремний и др. питтингообразованию не подвергаются);
- температурой (с повышением температуры растёт количество питтингов);
- состоянием поверхности (хорошо отполированная поверхность более стойкая, чем шероховатая);
- pH среды (чаще возникают питтинги в кислых средах);
- примесями в среде (наличием ионов-активаторов).

Защита металлов и сплавов от питтинговой (точечной) коррозии осуществляется следующими методами:

1) электрохимическая катодная и анодная защита (иногда вместе с ингибиторами);

2) подбор специальных материалов, которые не подвергаются питтинговой (точечной) коррозии. Повышению стойкости способствует введение в состав сплава хрома, молибдена, кремния и др. стойких металлов;

3) ингибирование замкнутых систем (применение нитратов, щелочей, хроматов, сульфатов).

Литература

1. Внутренняя коррозия шлейфов добывающих скважин / Н.И. Васильев [и др.] // Булатовские чтения. – 2017. – Т. 4. – С. 19–22.
2. Горпинченко А.Н. Обзор и анализ современных ингибиторов, применяемых на месторождениях в условиях повышенной коррозионной активности // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2022. – № 4. – С. 296–309.
3. Горпинченко А.Н. Оценка методов борьбы с коррозией в системе сбора и подготовки нефти и газа в условиях разработки месторождений Западной Сибири // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 3. – С. 119–134.
4. Анализ результатов коррозионного мониторинга Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения / А.Н. Горпинченко [и др.]; Под ред. Р.В. Агиней // СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ – 2023: материалы XXIV Международной молодёжной научной конференции (30–31 марта 2023 го-

да, г. Ухта). – Ухта : Издательство «Ухтинский государственный технический университет», 2023. – С. 352–359.
5. Горпинченко А.Н. Анализ проблем на начальном этапе разработки 2 участка Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения // Технические и технологические системы: материалы XIII Международной научной конференции «ТТС-23» (22–24 ноября 2023 года, г. Краснодар). – Краснодар : ООО «Издательский Дом – Юг», 2023. – С. 229–241.
6. Горпинченко А.Н. Расчёт скорости углекислотной коррозии внутрискважинного оборудования по различным методикам / А.Н. Горпинченко, А.А. Мельникова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2024. – № 1. – С. 133–146.
7. Горпинченко А.Н. Оценка эффективности технологии ингибирования газовых и газоконденсатных скважин в условиях углекислотной коррозии / А.Н. Горпинченко, Л.В. Поварова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 1. – С. 147–161.
8. Горпинченко А.Н. Анализ коррозионного мониторинга на одном из участков Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения / А.Н. Горпинченко, Л.В. Поварова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 2. – С. 237–252.
9. Классификация коррозионных процессов / Г.И. Кореновский [и др.] // REFERATOTECH: материалы II Международной научно-практической конференции (23 октября 2021 года, г. Краснодар) : в 2 т. – Краснодар : ООО «Издательский Дом – Юг», 2022. – Т. 2. – С. 17–22.
10. Поварова Л.В. Коррозия трубопроводов и нефтегазового оборудования / Л.В. Поварова, В.С. Мунтян, А.С. Скиба // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 4. – С. 130–135.
11. Лабораторные испытания по оценке коррозионной агрессивности сред в условиях присутствия CO_2 / В.В. Полников [и др.] // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 368–371.
12. Савенок О.В. Особенности эксплуатации нефтяных и газовых скважин в условиях высокой коррозионной агрессии / О.В. Савенок, А.Н. Горпинченко // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2022. – № 2. – С. 155–170.
13. Савенок О.В. Анализ коррозионно-механических разрушений конструкционных материалов нефтегазопромыслового оборудования / О.В. Савенок, А.Н. Горпинченко, П.П. Порывкин // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2022. – № 3. – С. 133–147.
14. Разработка технического решения по предупреждению углекислотной коррозии / А.В. Шептухин [и др.]; Под ред. Р.В. Агиней // Рассохинские чтения: материалы Международной конференции (02–03 февраля 2023 года, г. Ухта). – Ухта : Издательство «Ухтинский государственный технический университет», 2023. – С. 119–126.
15. Состояние изученности проблемы углекислотной коррозии на примере Уренгойского месторождения / А.В. Шептухин [и др.] // Булатовские чтения. – 2023. – Т. 1. – С. 307–315.
16. Gorpinchenko A.N. Selection of a corrosion inhibitor taking into account the properties of the produced fluid / A.N. Gorpinchenko, L.V. Povarova, P.P. Poryvkin // Bulatov Readings. – 2025. – Vol. 1. – P. 150–153.

References

1. Internal corrosion of production well plumes / N.I. Vasiliev [et al.] // Bulatovskie chteniya. – 2017. – Vol. 4. – P. 19–22.
2. Gorpinchenko A.N. Review and analysis of modern inhibitors used in fields under conditions of increased corrosion activity // Science. Engineering. Technologies (polytechnical bulletin). – 2022. – № 4. – P. 296–309.
3. Gorpinchenko A.N. Evaluation of corrosion control methods in the oil and gas gathering and treatment system under conditions of field development in Western Siberia // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2023. – № 3. – P. 119–134.
4. Analysis of the results of corrosion monitoring of the Urengoy oil and gas condensate field / A.N. Gorpinchenko [et al.]; Edited by R.V. Agineya // SEVERGEOECOTECH – 2023: Proceedings of the XXIV International Youth Scientific Conference (March 30–31, 2023, Ukhta). – Ukhta : Publishing House «Ukhta State Technical University», 2023. – P. 352–359.
5. Gorpinchenko A.N. Analysis of problems at the initial stage of development of section 2 of the Urengoy oil and gas condensate field // Technical and technological systems: proceedings of the XIII International scientific conference «TTS-23» (November 22–24, 2023, Krasnodar). – Krasnodar : JSC «Izdatelsky Dom – Yug», 2023. – P. 229–241.
6. Gorpinchenko A.N. Calculation of the rate of carbon dioxide corrosion of downhole equipment using various methods / A.N. Gorpinchenko, A.A. Melnikova // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2024. – № 1. – P. 133–146.
7. Gorpinchenko A.N. Evaluation of the efficiency of gas and gas condensate well inhibition technology under carbon dioxide corrosion conditions / A.N. Gorpinchenko, L.V. Povarova // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2025. – № 1. – P. 147–161.

8. Gorpinchenko A.N. Analysis of corrosion monitoring at one of the sites of the Urengoy oil and gas condensate field / A.N. Gorpinchenko, L.V. Povarova // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2025. – № 2. – P. 237–252.
9. Classification of corrosion processes / G.I. Korenovsky [et al.] // REFERATOTECH: Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference (October 23, 2021, Krasnodar) : in 2 vol. – Krasnodar : JSC «Izdatelsky Dom – Yug», 2022. – Vol. 2. – P. 17–22.
10. Povarova L.V. Corrosion of pipelines and oil and gas equipment / L.V. Povarova, V.S. Muntyan, A.S. Skiba // Bulatov Readings. – 2020. – Vol. 4. – P. 130–135.
11. Laboratory tests to assess the corrosive aggressiveness of environments in the presence of CO_2 / V.V. Polnikov [et al.] // Bulatov Readings. – 2020. – T. 2. – P. 368–371.
12. Savenok O.V. Features of operation of oil and gas wells under conditions of high corrosion aggression / O.V. Savenok, A.N. Gorpinchenko // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2022. – № 2. – P. 155–170.
13. Savenok O.V. Analysis of corrosion-mechanical destruction of structural materials of oil and gas field equipment / O.V. Savenok, A.N. Gorpinchenko, P.P. Poryvkin // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2022. – № 3. – P. 133–147.
14. Development of a technical solution for the prevention of carbon dioxide corrosion / A.V. Sheptukhin [et al.]; Edited by R.V. Agineya // Rassokhin readings: materials of the International conference (February 2–3, 2023, Ukhta). – Ukhta : Ukhta State Technical University Publishing House, 2023. – P. 119–126.
15. The state of knowledge of the carbon dioxide corrosion problem using the Urengoy deposit as an example / A.V. Sheptukhin [et al.] // Bulatov readings. – 2023. – Vol. 1. – P. 307–315.
16. Gorpinchenko A.N. Selection of a corrosion inhibitor taking into account the properties of the produced fluid / A.N. Gorpinchenko, L.V. Povarova, P.P. Poryvkin // Bulatov Readings. – 2025. – Vol. 1. – P. 150–153.

УДК 543

СРАВНЕНИЕ И ОПТИМАЛЬНЫЙ ВЫБОР МЕТОДОВ АНАЛИЗА МЕДИ В НЕФТЯНОЙ ПРОДУКЦИИ

♦♦♦♦♦

COMPARISON AND OPTIMAL CHOICE OF COPPER ANALYSIS METHODS IN PETROLEUM PRODUCTS

Гузик Татьяна Владимировна
кандидат химических наук,
доцент кафедры химии,
Кубанский государственный технологический университет
tanyag2005@mail.ru

Угрюмов Илья Сергеевич
ассистент кафедры автоматизации производственных процессов,
Кубанский государственный технологический университет
strelkaugr@mail.ru

Угрюмова Варвара Сергеевна
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
ilaugrumov006gmail.com@bk.ru

Аннотация. Статья посвящена сравнительному анализу методов определения меди в нефтяной продукции. Рассмотрены традиционные стандартизированные методики и современные инструментальные подходы, включая атомно-абсорбционный анализ, масс-спектрометрию с индуктивно-связанной плазмой и комбинированные методы пробоподготовки. Установлено, что наибольшую эффективность демонстрируют комбинированные методики, обеспечивающие высокую точность и сокращение времени анализа. Предложенные выводы могут быть использованы при выборе оптимальных способов контроля качества нефтепродуктов в лабораторной и промышленной практике.

Ключевые слова: медь, методы анализа, нефтяная продукция, масс-спектрометрия, точность.

Guzik Tatyana Vladimirovna
Candidate of Chemical Sciences,
Associate Professor
of the Department of Chemistry,
Kuban State Technological University
tanyag2005@mail.ru

Ugryumov Ilya Sergeevich
Assistant of the Department of Automation of Production Processes,
Kuban State Technological University
strelkaugr@mail.ru

Ugryumova Varvara Sergeevna
Student,
Kuban State Technological University
ilaugrumov006gmail.com@bk.ru

Annotation. The article is devoted to a comparative analysis of methods for determining copper in petroleum products. Traditional standardized techniques and modern instrumental approaches are considered, including atomic absorption analysis, inductively coupled plasma mass spectrometry, and combined sample preparation methods. It has been established that combined techniques that provide high accuracy and reduce analysis time demonstrate the greatest effectiveness. The proposed conclusions can be used in the selection of optimal methods of quality control of petroleum products in laboratory and industrial practice.

Keywords: copper, analysis methods, petroleum products, mass spectrometry, precision.

Введение

Содержание меди в нефти и нефтепродуктах существенно влияет на их качество, срок хранения и эксплуатационные свойства. Медь ускоряет процессы окисления, способствует образованию осадков и может вызывать коррозию оборудования, поэтому её контроль имеет важное практическое значение.

Традиционные методы анализа, описанные в стандартах ГОСТ и ASTM, основаны на спектрометрических измерениях, например, атомно-абсорбционном анализе – определении концентрации элемента по интенсивности поглощаемого света. Однако такие методы требуют сложной подготовки проб и не всегда обеспечивают достаточную чувствительность.

Современные подходы используют масс-спектрометрию с индуктивно-связанной плазмой, где образец исследуется по массе ионов, что позволяет определять медь с высокой точностью и при очень малых концентрациях.

Целью настоящей работы является сравнительный анализ существующих методов определения меди в нефтяной продукции и выбор наиболее эффективных для применения в лабораторной и производственной практике.

Литературный обзор

Сравнительный анализ существующих подходов к контролю содержания металлов в нефтяной продукции показывает ограниченность традиционных методов, ориентированных преимущественно на определение органических компонентов. Хроматографические и спектроскопические методы, широко применяемые для анализа углеводородов, часто оказываются недостаточно эффективными при исследовании неорганических примесей после термической или химической деградации нефтепродуктов. В связи с этим всё большее внимание привлекают методики, основанные на анализе устойчивых металлических примесей, таких как ванадий, никель, хром и медь.

Одним из наиболее перспективных направлений признан анализ металлов методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (МС-ИСП, ICP-MS), обеспечивающий высокую чувствительность и возможность определения множества элементов одновременно. Отмечено, что парные соотношения концентраций металлов-индикаторов (например, ванадия и никеля) сохраняются при различных стадиях переработки нефти, что позволяет использовать их для идентификации происхождения сырья и оценки стабильности нефтепродуктов [5].

При определении меди в нефтяной продукции применяются различные подходы, различающиеся по чувствительности, трудоёмкости и точности. Традиционные стандартизированные методы (ГОСТ, ASTM, UOP) основаны на пробоподготовке образцов путём озоления, кислотного разложения или разбавления органическими растворителями с последующим анализом методом атомно-абсорбционной спектрометрии (ААС) [1, 2]. Несмотря на простоту и надёжность, эти методики требуют значительного времени на подготовку проб и характеризуются относительно высокими пределами обнаружения (до десятков мкг/г), что ограничивает их применение при анализе следовых количеств меди [1, 3].

Современные комбинированные методы обеспечивают более высокую точность и воспроизводимость. Так, использование вращающихся спиральных колонок (ВСК) для пробоподготовки позволяет эффективно концентрировать микроэлементы из нефти в небольшой объём кислотного раствора, после чего анализ проводится методом МС-ИСП. Такой подход сокращает время анализа до 30 минут, снижает пределы обнаружения до нанограмм на килограмм и позволяет определять широкий спектр элементов, включая медь, в концентрациях порядка 1,3 ± 0,3 мкг/г (на примере Тенгизской нефти) [1, 6].

Альтернативный перспективный метод основан на сочетании ультразвуковой экстракции и плазменно-электролитического демаскирования – обработки анодными микроразрядами, переводящей металлы в ионную форму, пригодную для фотометрического анализа. Данный способ позволяет минимизировать потери определяемого элемента и повысить точность, что подтверждено методом «введено-найдено» [3].

Для практической оценки содержания меди в отечественном сырье исследования нефтей Оренбургской области методом ААС показали средние значения около 2 г/т, что указывает на необходимость применения высокочувствительных методов при контроле нефтепродуктов [4].

В целом анализ литературных данных показывает, что традиционные методы обеспечивают надёжность при контроле высоких концентраций меди, но не удовлетворяют современным требованиям по чувствительности и оперативности. Комбинированные методики, сочетающие эффективную пробоподготовку и масс-спектрометрический анализ, представляют собой оптимальное решение для определения следовых количеств меди в нефтяных средах.

Анализ

Для выбора оптимального подхода к определению меди в нефтяной продукции рассмотрим основные характеристики наиболее распространённых и современных методов (табл. 1).

Как видно из таблицы, традиционные методы, основанные на озолении и атомно-абсорбционном анализе, надёжны и технологически отработаны, но их чувствительность ограничена, а процесс пробоподготовки требует значительных затрат времени. Это делает их малопригодными для анализа следовых количеств меди, особенно при контроле высокоочищенных нефтепродуктов.

Таблица 1 – Сравнение методов определения меди в нефтяной продукции

Метод	Принцип	Предел обнаружения	Время анализа	Особенности	Применимость
ААС (атомно-абсорбционный анализ)	Поглощение света атомами меди	0,01–0,1 мг/л	1–2 ч	Простота, но долгая пробоподготовка	Стандартные лаборатории
МС-ИСП (масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой)	Ионизация и анализ по массе ионов	≤ 0,0001 мг/л	20–40 мин	Высокая точность, дорогое оборудование	Научные центры
ВСК–МС-ИСП (комбинированный метод)	Концентрирование и последующий МС-ИСП анализ	нг/кг	≈30 мин	Минимальные потери, высокая точность	Аналитические лаборатории
Ультразв. экстракция + плазм-эл. демаск.	Перевод меди в ионную форму с фотометрией	0,001–0,005 мг/л	40–60 мин	Хорошая воспроизводимость, требуется настройка	Прикладные лаборатории
ГОСТ / ASTM (озоление, кислотное разложение)	Разложение пробы, измерение по стандарту	0,1–1 мг/л	до 3 ч	Простые, но малочувствительные	Производственные лаборатории

Метод МС-ИСП демонстрирует значительно более низкие пределы обнаружения (до нг/кг), что позволяет проводить точный количественный анализ даже при крайне низких концентрациях. Однако высокая стоимость оборудования и необходимость квалифицированного персонала ограничивают его применение на большинстве предприятий.

Комбинированный подход (ВСК–МС-ИСП) и методы с ультразвуковой экстракцией позволяют достичь оптимального соотношения между точностью, скоростью и затратами. Они обеспечивают минимальные потери элемента, высокую воспроизводимость и сравнительно короткое время анализа, что делает их перспективными для внедрения в отечественные лаборатории.

Выводы и заключение

Проведённый анализ показал, что традиционные методы определения меди в нефтяной продукции, основанные на стандартах ГОСТ и ASTM, обеспечивают приемлемую точность при высоких концентрациях, но не позволяют эффективно контролировать следовые количества металла. Их основными недостатками являются длительная пробоподготовка, ограниченная чувствительность и риск потерь элемента.

Современные инструментальные методы, такие как атомно-абсорбционный анализ и особенно масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой, обеспечивают значительно более низкие пределы обнаружения и высокую точность, однако требуют дорогостоящего оборудования и квалифицированного персонала.

Наиболее перспективными для отечественной лабораторной практики представляются комбинированные методики – в частности, подходы на основе вращающихся спиральных колонок (ВСК–МС-ИСП) и ультразвуковой экстракции с плазменно-электролитическим демаскированием. Они обеспечивают оптимальное сочетание чувствительности, быстроты и надёжности анализа.

Рекомендуется внедрять такие методы в аналитические лаборатории предприятий нефтеперерабатывающей отрасли Российской Федерации в качестве дополнения к существующим стандартным методикам, особенно при контроле высокоочищенных и лёгких фракций нефтепродуктов.

Литература

1. Пробоподготовка при определении металлов в нефти и нефтепродуктах методом МС-ИСП / А.В. Соин [и др.] // Журнал аналитической химии. – 2010. – Т. 65. – № 6. – С. 585–590. EDN MSQOSV
2. Моисеева Е.Г. Качественное обнаружение ионов металлов в твердой фракции нефти (мазуте и солидоле) / Е.Г. Моисеева, Т.В. Петухова // Современные проблемы медицины и естественных наук: Сборник статей Всероссийской научной конференции, Йошкар-Ола, 23–27 апреля 2018 года. – Вып. 7. – Йошкар-Ола : Марийский государственный университет, 2018. – С. 379–381. EDN XMSVNJ
3. Патент № 2003072 C1 Российская Федерация, МПК G01N 1/28, G01N 31/00. Способ определения содержания переходных металлов в нефти и нефтепродуктах: № 04851818: заявл. 16.07.1990: опубл. 15.11.1993 / А.М. Сизиков, В.И. Вершинин, Т.А. Калинина, А.А. Душин; заявитель Омский государственный университет. EDN ZJSTZH
4. Пономарева Г.А. Металлы в нефти месторождений Оренбургской области // Известия Уральского государственного горного университета. – 2019. – № 2(54). – С. 56–62. DOI: 10.21440/2307-2091-2019-2-56-62 EDN JHKKJJ
5. Ивахнюк С.Г. Новые подходы к решению задач идентификации при исследовании нефти и нефтепродуктов / С.Г. Ивахнюк, И.В. Клаптюк, Ю.Д. Моторыгин // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». – 2024. – № 3. – С. 1–13. DOI: 10.61260/2218-130X-2024-3-1-13 EDN JXVQWL
6. Поликарпов М.В. Методы определения содержания ионов меди / М.В. Поликарпов, В.И. Дергунов, Т.В. Гузик // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2024. – № 4. – С. 112–113. EDN HITVXY

References

1. Sample preparation for determination of metals in oil and petroleum products by MS-ICP / A.V. Soin [et al.] // Journal of Analytical Chemistry. – 2010. – Vol. 65. – № 6. – Pp. 585-590. – EDN MSQOSV.
2. Moiseeva E.G. Qualitative Detection of Metal Ions in the Solid Fraction of Oil (Fuel Oil and Grease) / E.G. Moiseeva, T.V. Petukhova // Modern Problems of Medicine and Natural Sciences: Collection of Articles from the All-Russian Scientific Conference, Yoshkar-Ola, April 23–27, 2018. Vol. 7. – Yoshkar-Ola : Mari State University, 2018. – P. 379–381. EDN XMSVNJ
3. Patent № 2003072 C1, Russian Federation, IPC G01N 1/28, G01N 31/00. Method for Determining the Content of Transition Metals in Oil and Petroleum Products: № 04851818: filed on July 16, 1990: published on November 15, 1993 / A.M. Sizikov, V.I. Vershinin, T.A. Kalinina, A.A. Dushin; applicant: Omsk State University. EDN ZJSTZH.
4. Ponomareva G.A. Metals in the Oil of the Orenburg Region Deposits // Izvestiya of the Ural State Mining University. – 2019. – № 2(54). – P. 56–62. DOI: 10.21440/2307-2091-2019-2-56-62 EDN JHKKJJ
5. Ivakhnyuk S.G. New Approaches to Solving Identification Problems in the Study of Oil and Petroleum Products / S.G. Ivakhnyuk, I.V. Klaptuk, Yu.D. Motorygin // Scientific and Analytical Journal «Bulletin of the St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia». – 2024. – № 3. – P. 1–13. DOI: 10.61260/2218-130X-2024-3-1-13 EDN JXVQWL
6. Polikarpov M.V. Methods of Determining the Content of Copper Ions / M.V. Polikarpov, V.I. Dergunov, T.V. Guzik // Nauka. Tekhnika. Tekhnologii (Politekhnicheskiy Vestnik). – 2024. – № 4. – P. 112–113. EDN HITVXY

УДК 550.822.622.24

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ ДАВЛЕНИЙ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН С ПОЛУРОГРУЖНЫХ ПЛАВУЧИХ БУРОВЫХ УСТАНОВКАХ

♦♦♦♦♦

DETERMINATION OF HYDROMECHANICAL PRESSURES WHEN DRILLING WELLS WITH SEMI-ROAD FLOATING DRILLING RIGS

Ибрагимов Рафик Салман оглы
кандидат технических наук,
доцент,
Азербайджанский государственный
университет нефти и промышленности
rafiq.ibrahimov@yahoo.com

Бахшалиуева Ширин Октай кызы
доктор философии,
Азербайджанский государственный
университет нефти и промышленности

Ефендиева Лейла Зохраб кызы
младший научный сотрудник
НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химии»
Азербайджанского государственного
университета нефти и промышленности

Аннотация. В статье показано, что бурение с полурогружных плавучих буровых установках глубоких морских скважин предупреждения осложнений, связанных с изменением гидромеханическая давления, приобретают особое значение. В статье приведен анализ, что при бурение скважины с плавучими буровыми установками превенторный блок находится на дне моря и по этому гидромеханическое давление зависит от длины и диаметра линии дросселирования, имеющейся в наличии в циркуляционной системе, от изгибов линии дросселировани в самом превенторе, от толщины глинистой отложений нарастающей внутри линии дросселирования при длительной работе и т.д. Данная статья посвящена обзору способа ликвидации проявлений с применением формулой для глушения скважины. Показано, что рассчитанные давления на устье скважины меньше, чем по методике глушения скважины. Предложен, что во время глушения газо-нефте-водо проявления учесть гидродинамические давление по формуле.

Ключевые слова: морские скважины, гидромеханическая давления, забойного давления, превенторный блок, техническая колонна, удельный вес.

Ibragimov Rafik Salman
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Azerbaijan State University
of Oil and Industry
rafiq.ibrahimov@yahoo.com

Bakshaliuova Shirin Oktay
Doctor of Philosophy,
Azerbaijan State University of Oil
and Industry

Efendieva Leila Zohrab
Junior Researcher Research Institute
of Geotechnological Problems of Oil,
Gas and Chemistry
Azerbaijan State University of Oil
and Industry

Annotation. This article demonstrates that preventing complications associated with changes in hydromechanical pressure is particularly important when drilling deep offshore wells using semicircular floating drilling rigs. The article analyzes how, when drilling wells using floating drilling rigs, the preventer stack is located on the seabed. Therefore, the hydromechanical pressure depends on the length and diameter of the choke line present in the circulation system, the bends in the choke line within the preventer itself, the thickness of the clay deposits that build up within the choke line during long-term operation, and so on. This article reviews a method for eliminating wellbore shows using a well-killing formula. It is shown that the calculated wellhead pressures are lower than those calculated using the well-killing method. It is proposed that, when killing gas-oil-water shows, the hydrodynamic pressure should be taken into account using a formula.

Keywords: offshore wells, hydromechanical pressure, bottomhole pressure, preventer unit, technical column, specific gravity.

Введение. При бурении с полурогружных плавучих буровых установках (ППБУ) глубоких морских скважин, предупреждения осложнений, связанных с изменением гидромеханическая давления, приобретают особое значение.

Однако до сих пор по исследованиям в этой области для скважин, проводимых с полурогружных плавучих буровых установках, уделялось мало внимания. Поэтому определения гидромеханического давления во время выполнения различных буровых операций на полурогружных плавучих буровых установках и максимального давления при глушении газо-нефте-водо проявления (ГНВП) было изучены нами [1–3].

Отметим, что при бурение скважины с ППБУ при которой превенторный блок находится на дне моря и по этому гидромеханическое давление зависит от длины и

диаметра линии дросселирования имеющейся в наличии в циркуляционной системе, от изгибов линии дросселирования в самом превенторах, от толщины глинистой отложений нарастающей внутри линии дросселирования при длительной работе и т.д.

Цель работы. Определение гидромеханических давлений при бурении скважин с полурогружных плавучих буровых установках на море.

Результаты и обсуждение. Рассмотрим только по изменению гидромеханического давления от гидродинамического давления при глушении ГНВП с целью предупреждения усугубления сложившейся ситуации по осложнению на буровой [4–6].

ГНВП, как начальная стадия развивающегося выброса, обычно схематизируется в виде пачки газа, образующейся в скважине при определенном стечении обстоятельств [7].

На рисунке 1 показана схема расположения пачки газа в скважине, пробуренной с ППБУ.

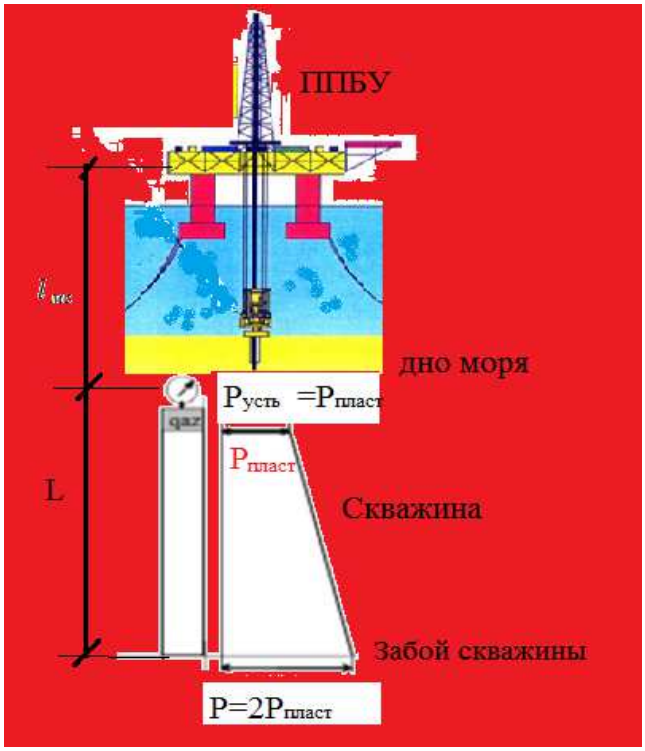


Рисунок 1 – Расположения пачки газа в скважине, пробуренной с ППБУ

В данном случае величина забойного давления, учитывая [8, 9, 11] при установившемся движении определится из выражения:

$$P_{заб} = 0{,}5 \cdot [\gamma_1 (L - l_{м.с.}) + \gamma_2 L_2] + P_{трение} + P_{м.с.} + P_{газ} + P_{г.м.} + P_{устье} \quad (1)$$

где γ_1 – удельный вес рабочей промывочной жидкости, кг/м^3; γ_2 – удельный вес промывочной жидкости после утяжеления, кг/м^3; L – высота столба промывочной жидкости в скважине, м; L_2 – высота столба утяжеленного бурового раствора, м; $P_{трение}$ – потери давления на трение при движении элементов столба промывочной жидкости; $P_{газ}$ – давление столба газа, МПа; $P_{гдм}$ – гидромеханическое давление, МПа; $P_{устье}$ – давление на устье скважины, МПа.

Величина гидромеханического давления зависит от длины бурильной колонны, находящейся в скважине, то на ППБУ во время аварийного отсоединения не учитывается расстояние бурильной колонны от ротора до дна моря, так как превентор расположен на дне моря.

При неблагоприятных погодных условиях (ветер, волнение моря, сильные подводные течи, при подходе судна на ППБУ и т.д.) выполнение различных операций при проводке скважины с ППБУ приводит к изменению величины гидродинамического дав-

ления в стволе: из-за колебаний, кренов и дифферента ППБУ оно увеличивается или уменьшается, что отражает показания манометра. Это можно выразить формулой:

$$P = P_{сп} - P_{гд} \pm P'_{гд}, \quad (2)$$

где $P_{ст}$ – статическое давление, МПа; $P_{г.д.}'$ – дополнительное гидродинамическое давление вследствие колебаний ППБУ, МПа.

В промысловых условиях величина дополнительного гидродинамического давления определяется следующим образом.

В процессе промывки скважины (перед подъемом инструмента, во время бурения) при различных расходах промывочной жидкости с помощью пульте определяется давление в циркуляционной системе ($P_{исх}$) [12, 13].

Затем, при колебаниях ППБУ, что показывает манометр, приподнятой на длину рабочей трубы бурильной колонной производится спуск или подъем бурильного инструмента с промывкой при тех же величинах расхода и определяется давление ($P_{опр}$) [11].

Разность:

$$P_{опр} - P_{исх} = P'_{гд}. \quad (3)$$

Характеризует величину дополнительного гидродинамического давления, возникающего при выполнении технологических операций на ППБУ.

При глушении ГНВП необходимо знать плотность утяжеленной промывочной жидкости и максимальное давление на устье скважины, проводимой с ППБУ.

Плотность промывочной жидкости, требуемая для глушения ГНВП на скважинах, определяется согласно [4], но для ППБУ эта формула требует поправки:

$$\rho_{утяж} = \gamma + \kappa + \frac{P_{из.к}}{0{,}1(L - l_{тс})}, \quad (4)$$

где γ – удельный вес промывочной жидкости в момент проявления, кг/м^3; L – глубина скважин или длина колонны, м; $P_{из.к}$ – избыточное давление при закрытом подводно-устьевом оборудовании (ПУО) на ППБУ. Его можно определить на штуцерном манифольде у линии дросселирования, где установлен манометр, кг/см^2; K – коэффициент безопасности, учитывающий превышение гидростатического давления над пластовым при глушении скважин; в зависимости от глубины принимается из условия предотвращения гидроразрыва пласта (ГРП), т.е. $\rho_1 > \rho_г$ (до 1500 м – 0,036; от 1500 до 3000 м – 0,020; свыше 3000 м – 0,010).

При глушении ГНВП наиболее высокое давление в любом поперечном сечении скважины возникает в момент подхода к нему верхней границы газа. После прохождения верхней границы давление в этом сечении резко падает [14].

Максимальное давление на глубине L при глушении ГНВП определяется согласно [9, 10], но для ППБУ формула требует изменения с учетом специфики бурения.

В нашем случае, при закрытом ПУО, когда инструмент находится в башмаке колонны:

$$P_{y\max} = P_3(\Delta P_{мс} + \Delta P_{и.п.}), \quad (5)$$

где $P_з$ – забойное давление; $P_{м.с.}$ – потери давления по длине дросселирования; $P_{и.п.}$ – потери давления на участках изгиба превенторного блока.

В случае применения формулы Дарси-Вейсбаха потери давления определятся из следующего выражения, согласно [3]:

$$\Delta P = \frac{\gamma}{2g} \sum_{i=4}^{4} \lambda_i \frac{l_i}{\delta_i} (v_i + \frac{U_0}{2})^2, \quad (6)$$

где l_i – длина соответственно турбобура, УБТ, замковых соединений и бурильных труб; λ_i – коэффициенты гидравлических сопротивлений в зонах турбобура, УБТ, замковых соединений и бурильных труб; δ_i – зазор между стенкой скважины и инструментом в сечениях зон i = 1, 2, 3, 4; u_o – скорость спуска бурильного инструмента; v_i – скорость течения жидкости в сечениях зон соответственно турбобура, УБТ, замковых соединений и бурильных труб; γ – удельный вес жидкости.

Тогда выражение (6) примет вид согласно формуле Вейсбаха:

$$\Delta P = \xi_l \frac{V_m^2}{2g} \gamma, \tag{7}$$

где ξ_l – коэффициент местного сопротивления; V_m – сребняя скорость течения, которая определяется по формуле из (5):

$$V_m = \frac{4Q}{\pi d^2}, \tag{8}$$

где Q – расход жидкости, м^3/с; d – диаметр бурильной колонны, м.

Коэффициент ξ_l зависит от конфигурации зоны возмущения, режима течения, изгибов, изменений площади проходного сечения.

Для резкого сужения проходного сечения известна формула Бордо-Карно:

$$\xi_l = 2\left(\frac{D^2}{D_{\min}^2} - 1\right)^2, \tag{9}$$

где $Д_{min}$ – минимальный диаметр суженного проходного сечения, для ППБУ типа Шельф, $Д_{min}$ =0,635 м; D – диаметр спущенной технической колонны, м.

По таблице из (5) для колена:

$$\xi_l = \left[0{,}131 + 0{,}163\left(\frac{D_{\min}}{R}\right)^{3{,}5}\right]\left(\frac{\delta}{90}\right)^{0{,}5} + 0{,}0035\frac{R}{D_{\min}}\delta, \tag{10}$$

где R – радиус искривления, м. Принимается 0,5 ≤ R/D ≤ 2,5; δ – угол искривления, 0 < δ < 180°.

Так как для ППБУ $Д_{min}$ =0,635 м, тогда 0,32 ≤ R ≤ 1,59. Принимаем R = 1 м, δ = 90°, в этом случае ξ_l = 0,081.

При подстановке в (5) полученных выражений формула принимает вид:

$$P_{y\max} = P_3 - \frac{2Q}{g\pi D^2}\gamma\left[\left(\frac{D^2}{0{,}403} - 1\right)^2 + 0{,}081\right]. \tag{11}$$

При закрытом превенторе:

$$P_3 = \gamma L_k + P_{из.к} \tag{12}$$

Тогда,

$$P_{y\max} = \left\{L_k - \frac{2Q}{\pi g D^2}\left[\left(\frac{D^2}{0{,}403} - 1\right)^2 + 0{,}081\right]\right\}\gamma + P_{из.к}, \tag{13}$$

где L_k – длина спущенной технической колонны, м; Q – производительность насоса при глушении ГНВП, л/с.

Формула (13) удобна для практических расчетов, ее можно использовать при составлении проектов на строительство скважин с ППБУ.

Применим полученную формулу на практике, для чего рассмотрим случаи глушения ГНВП на ППБУ Шельф-3 и Шельф-1.

На ППБУ Шельф-3 при проводке скв. 3, на пл. Кяпаз во время опробования 3 объекта (3628–3618 м) произошло проявление из-за дефекта трубы. Максимальное давление во время глушения было 28,0 МПа, данные даны в таблице. На ППБУ Шельф-1 в скв. 3 пл. Азери спустили 339,7 мм техническую колонну на глубину 1901 м. При цементировании колонны произошло катастрофическое поглощение, которое явилось причиной снижения давления на проницаемый пласт, вскрытый в интервале 1856–1978 м, вследствие чего пласт начал проявлять. Скважина была заглушена. Данные приведены в таблице 1. Для сравнения давления на устье скважин рассчитаны по известной «Методике глушения скважин» и предложенной формуле (13).

Таблица 1 – Изменение давления на устье скважин от объема закачиваемой жидкости в период плавного глушения

ППБУ Шельф-3			ППБУ Шельф-1		
Объем промывочной жидкости, л/с	Рассчитанные давления на устье скважины		Объем промывочной жидкости, л/с	Рассчитанные давления на устье скважины	
	По «Методике глушения скважин»	По предложенной формуле		По «Методике глушения скважин	По предложенной формуле
17,5	13,5	10,0	52,0	6,0	5,0
30,0	15,7	12,5	53,0	6,7	5,7
47,5	17,8	14,5	55,7	8,5	6,5
60,5	18,0	15,0	60,5	12,0	7,8
75,5	19,5	16,5	69,5	10,5	10,0
85,5	23,6	18,0	71,8	9,8	9,5

Выводы:

1. Давления на устье скважины, рассчитанные по предложенной формуле, ниже, чем определяемые по «Методике глушения скважин».

2. Предложенная формула учитывает местные сопротивления на линии дросселирования и другие специфические особенности проводки скважины с ППБУ.

Литература

1. Газопроявления в скважинах и борьба с ними / А.И. Булатов [и др.]. – М. : Недра, 1969. – 278 с.
2. Сеид-Рза М.К. Технология бурения глубоких скважин в осложненных условиях. – Азернешр, 1963.
3. Методика определения параметров по регулированию гидродинамических давлений в процессе выполнения различных технологических операций / М.К. Сеид-Рза [и др.] // Тр. Инста АзНИПИнефть. – 1983.
4. Сеид-Рза М.К. К вопросу о газопровлениях при проводке скважин / М.К. Сеид-Рза, Ш.И. Исмайлов // АНХ. – 1986. – № 6.
5. Руководств по технологии бурения, предупреждению аварии и осложнение при проводке скважин (РД39-0147213-017-91) / М.К. Сеид-Рза [и др.]. – Бакы АзНИПИнефть, 1991 г.
6. Сидоров Н.А. Осложнения при бурении скважин / Н.А. Сидоров, Г.А. Ковтунов. – М. : Гостоптехиздат, 1959.
7. Сафаров Я.И. Вопросы регулирования гидравлического давления в процессе проводки скважин в условиях АВПД // Материалы IXX Всесоюзного научного семинара по гидравлике промывочных жидкостей и тампонажных растворов 29–31 мая 1980 г. – Баку, 1980. – С. 72–73.
8. Мовсумов А.А. Гидродинамические причины осложнений при проводке нефтяных и газовых скважин. – Азернешр, 1965. – 230 с.
9. Маковей Н. Гидравлика бурения. – М. : Недра, 1986.
10. Мирзаджанзаде А.Х. Временная инструкция по предупреждению осложнений, связанных с изменением гидродинамических давлений при бурении нефтяных и газовых скважин /

А.Х. Мирзаджанзаде, А.А. Мовсумов, Я.И. Сафаров. – Баку : АзНИИбурнефть, 1970.
11. Временная инструкция по исследованию поглощающих пластов и борьба с поглощенеи промывочной жидкости при бурении скважин / А.Н. Булатов [и др.]. – М. : ВНИИКРнефть, 1974.
12. Сеид-Рза М.К. РД 39-2-247-82 / М.К. Сеид-Рза, Р.И. Кулиев, Я.И. Сафаров // Методика по определению величин давления гидравлического разрыва пласта при бурении нефтяных и газовых скважин. – Баку : АзНИПИнефть, 1982.
13. Шевцов В.Д. Регулирование давления в бурящихся скважинах. – М. : Недра, 1984.
14. Шищенко Р.И. Гидравлика глинистых растворов. – Баку : Азернефтиздат, 1951.

References

1. Gas shows in wells and their control / A.I. Bulatov [et al.]. – M. : Nedra, 1969. – 278 p.
2. Seid-Rza M.K. Technology of deep well drilling in complicated conditions. – Azerneshr, 1963.
3. Methodology for determining parameters for regulating hydrodynamic pressures during various technological operations / M.K. Seid-Rza [et al.] // Transactions of the AzNIPIneft Institute. – 1983.
4. Seid-Rza M.K. On the issue of gas supply during well drilling / M.K. Seid-Rza, Sh.I. Ismailov // Academy of National Economy. – 1986. – № 6.
5. Guidelines for drilling technology, accident prevention and complications during well drilling (RD39-0147213-017-91) / M.K. Seid-Rza [et al.]. – Baku AzNIPIneft, 1991.
6. Sidorov N.A. Complications during well drilling / N.A. Sidorov, G.A. Kovtunov. – M. : Gostoptekhizdat, 1959.
7. Safarov Ya.I. Issues of regulating hydraulic pressure during well drilling under abnormally high pressure conditions // Proceedings of the IXX All-Union Scientific Seminar on Hydraulics of Drilling Fluids and Cementing Slurries, May 29–31, 1980. – Baku, 1980. – P. 72–73.
8. Movsumov A.A. Hydrodynamic Causes of Complications in Oil and Gas Well Drilling. – Azerneshr, 1965. – 230 p.
9. Makovey, N. Drilling Hydraulics. – M. : Nedra, 1986.
10. Mirzajanzade A.Kh. Temporary instructions for preventing complications associated with changes in hydrodynamic pressures during drilling of oil and gas wells / A.Kh. Mirzajanzade, A.A. Movsumov, Ya.I. Safarov. – Baku : AzNIIburneft, 1970.
11. Temporary instructions for studying absorbing formations and combating absorption of drilling fluid during well drilling / A.N. Bulatov [et al.]. – M. : VNIIKRneft, 1974.
12. Seid-Rza M.K. RD 39-2-247-82 / M.K. Seid-Rza, R.I. Kuliev, Ya.I. Safarov // Methodology for determining the values of hydraulic fracturing pressure during drilling of oil and gas wells. – Baku : AzNIPIneft, 1982.
13. Shevtsov V.D. Pressure regulation in drilling wells. – M. : Nedra, 1984.
14. Shishchenko R.I. Hydraulics of clay solutions. – Baku : Azerneftizdat, 1951.

УДК 622.276

АНАЛИЗ РАЗРАБОТКИ ПЕРМО-КАРБОНОВОЙ ЗАЛЕЖИ НА УПРУГО-ВОДОНАПОРНОМ РЕЖИМЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОДНОГО ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ ПРОВИНЦИИ

♦♦♦♦♦

ANALYSIS OF PERMIAN-CARBONIFEROUS RESERVOIR DEVELOPMENT UNDER A WATER-DRIVE OPERATING REGIME AT A FIELD IN THE TIMAN-PECHORA PROVINCE

Степанов Р.И.
аспирант кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений,
Институт нефти и газа,
Сибирский федеральный университет
rusya.stepanov.2017@bk.ru

Аннотация. Многие месторождения Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции находятся на поздней стадии разработки, которая характеризуется падением показателей разработки, снижением технического состояния призабойной зоны, ростом обводненности добываемой продукции, и общей тенденцией к ухудшению основных технологических параметров, таких как дебит и коэффициент продуктивности. В представленной работе проведен анализ разработки, на примере месторождения Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, которое находится на последней стадии разработки.

Ключевые слова: Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция, дебит, коэффициент продуктивности, обводненность, газовый фактор, дебит.

Stepanov R.I.
Postgraduate Student
of the Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields,
Institute of Oil and Gas,
Siberian Federal University
rusya.stepanov.2017@bk.ru

Annotation. Many fields in the Timan-Pechora oil and gas province are in a late stage of development, characterized by declining production indicators, deteriorating wellbore zone conditions, increasing water cut, and a general trend toward deterioration of key process parameters such as flow rate and productivity index. This paper analyzes the development of a field in the Timan-Pechora oil and gas province, which is in the final stage of development.

Keywords: Timan-Pechora oil and gas province, flow rate, productivity coefficient, water cut, gas factor, flow rate.

Усинское месторождение расположено в пределах республики Коми, в 30 км к северу от г. Усинска. Продуктивные пласты месторождения представлены отложениями фундамента и осадочного чехла, представленные палеозойскими, мезозойскими и четвертичными отложениями [1]. Коллектор в основном карбонатного преобладаемого типа, с наличием трещин, каверн и поровой составляющей. Основная нефтегазоносность связана с палеозойскими отложениями. В тектоническом отношении, оно принадлежит к одноименной антиклинальной структуре [2].

Анализируя текущее состояние разработки, можно сделать вывод о том, что месторождение находится на третьей стадии разработки. Месторождение введено в разработку в 1977 году. В целом фонд скважин представлен 943 скважинами, из которых 177 эксплуатируются при помощи электроцентробежных насосов, 78 скважин эксплуатируются применением штанговых насосов и 688 скважин эксплуатируются применением винтовых насосов, в бездействующем фонде находятся около 190 скважин, в пьезометрическом фонде находятся около 9 скважин [3–4]. Основными технологиями интенсификации притока и поддержания добычи являются тепловые методы. Скважины характеризуются низкими величинами дебита добываемой продукции, коэффициентов продуктивности и приемистости скважин. Фонд как добывающий, так и нагнетательный, характеризуется ростом обводненности, что можно классифицировать как высокообводненный, со средней величиной обводненности около 50 %, половина действующего фонда характеризуется обводненностью более 80 %. Средние показатели разработки приведены в таблице 1

Таблица 1 – Показатели разработки Пермо-карбоновой залежи

Параметр	Значение
Добыча нефти, тыс. тонн	1605,7
Дебит скважин, $м^3$/сут	15,8
Обводненность, %	80
Коэффициент нефтеизвлечения, д. ед	0.167
Коэффициент продуктивности, $м^3$/сут/МПа	50
Темп отбора, %	1,79
Добыча жидкости, тыс. тонн	9514,0
Приемистость, $м^3$/сут	120,9

Технологии поддержания добычи нефти и газа

Поскольку исследуемое месторождение находится на поздней стадии разработки, то для поддержания высоких уровней добычи нефти и газа в столь сложных геологических условиях, требуется активное применение геолого-технических мероприятий. В условиях Усинского месторождения имеются зоны с низкими величинами гидродинамической системы пласт-скважина, что обусловлено низкими величинами проницаемости. Для этого применяются тепловые методы воздействия на продуктивный пласт. К таковым относятся внутрипластовое горение, парогравитационное и пароциклическое воздействие. Они являются универсальными технологиями повышения нефтеотдачи месторождений, приуроченных как к вязким, так и сверхвязким нефтям. Это позволяет добиваться максимально высоких показателей разработки месторождения, что ведет к повышению коэффициента продуктивности добывающего фонда скважин и коэффициента приемистости нагнетательного фонда.

Таким образом установлено, что для увеличения дебита малодебитных скважин, требуется применение тепловых методов увеличения нефтеотдачи. Они позволяют восстанавливать добычу УВ и добиваться высоких показателей разработки.

Литература

1. Повышение эффективности разработки пермокарбоновой залежи сверхвязкой нефти Усинского месторождения Республики Коми // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2019. – № 6. – С. 36–42.
2. Чешкова Т.В. Состав серо- и кислородсодержащих структурных фрагментов макромолекул смол нефти Усинского месторождения // Технологии нефти и газа. – 2015. – № 2. – С. 18–21.
3. Тараскин Е.Н. Реализация адаптивного геологического моделирования для сопровождения разработки пермо-карбоновой залежи Усинского месторождения // Нефтяное хозяйство. – 2018. – № 10. – С. 36–41.
4. Тараскин Е.Н. Гибридный вариант геолого-технологического моделирования крупных объектов на примере пермокарбоновой залежи Усинского месторождения // Нефтепромысловое дело. – 2016. – № 3. – С. 51–57.

References

1. Improving the efficiency of development of the Permian-Carboniferous deposit of extra-viscous oil of the Usinskoye field in the Komi Republic // Geology, geophysics and development of oil and gas fields. – 2019. – № 6. – P. 36–42.
2. Cheshkova T.V. Composition of sulfur- and oxygen-containing structural fragments of resin macromolecules of oil of the Usinskoye field // Oil and Gas Technologies. – 2015. – № 2. – P. 18–21.
3. Taraskin E.N. Implementation of adaptive geological modeling to support the development of the Permian-Carboniferous deposit of the Usinskoye field // Oil Industry. – 2018. – № 10. – P. 36–41.
4. Taraskin E.N. Hybrid version of geological and technological modeling of large objects on the example of the Permian-Carboniferous deposit of the Usinskoye field // Oilfield Engineering. – 2016. – № 3. – P. 51–57.

УДК 517.958:532

К ВОПРОСУ О ФИЛЬТРАЦИИ ВЯЗКОПЛАСТИЧНОЙ ЖИДКОСТИ В ТРЕЩИНОВАТЫХ ПОРИСТЫХ СРЕДАХ

♦♦♦♦♦

TO THE QUESTION OF FILTRATION OF VISCOPLASTIC FLUID IN FRACTURED POROUS ROCKS

Тихонов Евгений Владимирович
технический директор отдела буровых растворов
ООО «БУРСЕРВИС»
evgeny.tikhonovv@yandex.ru

Аннотация. Для решения прикладных задач нефтегазовой отрасли большой интерес представляет анализ фильтрационного течения вязкопластичных жидкостей в пористых и трещиноватых коллекторах, так как буровые растворы и аномальные нефти часто проявляют вязкопластичные свойства. Для коллекторов углеводородного сырья с изотропными фильтрационными свойствами течения вязкопластичных жидкостей описываются законом фильтрации с предельным (начальным) градиентом и достаточно хорошо изучены. Однако реальные пористые среды, как правило, обладают анизотропией фильтрационных свойств, первичный анализ которой проще и наглядней произвести в предельно-анизотропной среде. В статье дан анализ законов фильтрации вязкопластичных жидкостей в предельно-анизотропной среде, моделирующей трещиноватый коллектор, образованной одной системой трещин.

Ключевые слова: течение вязкопластичных жидкостей; анализ фильтрационного течения вязкопластичных жидкостей в пористых и трещиноватых коллекторах; изотропные фильтрационные свойства течения вязкопластичных жидкостей; закон фильтрации с предельным (начальным) градиентом; анизотропия фильтрационных свойств; закон фильтрации вязкопластичных жидкостей в идеальном трещиноватом грунте; коэффициент подвижности при приложении воздействия.

Tikhonov Evgeny Vladimirovich
Technical Director
of the Drilling Fluids Department
of «BURSERVICE» LLC
evgeny.tikhonovv@yandex.ru

Annotation. For solving applied problems of the oil and gas industry, the analysis of the filtration flow of viscoplastic fluids in porous and fractured reservoirs is of great interest, since drilling muds and abnormal oils often exhibit viscoplastic properties. For hydrocarbon reservoirs with isotropic filtration properties, the flows of viscoplastic fluids are described by the filtration law with a limiting (initial) gradient and have been studied quite well. However, real porous media, as a rule, have anisotropy of filtration properties, the primary analysis of which is simpler and more visually performed in a highly anisotropic medium. The article provides an analysis of the filtration laws of viscoplastic fluids in a highly anisotropic medium simulating a fractured reservoir formed by one system of cracks.

Keywords: flow of viscoplastic fluids; analysis of filtration flow of viscoplastic fluids in porous and fractured reservoirs; isotropic filtration properties of viscoplastic fluid flow; filtration law with a limiting (initial) gradient; anisotropy of filtration properties; filtration law of viscoplastic fluids in ideal fractured soil; mobility coefficient when applying an impact.

Буровые растворы и аномальные нефти часто проявляют вязкопластичные свойства. Поэтому для решения прикладных задач нефтегазовой отрасли большой интерес представляет анализ фильтрационного течения вязкопластичных жидкостей в пористых и трещиноватых коллекторах. Для коллекторов углеводородного сырья с изотропными фильтрационными свойствами течения вязкопластичных жидкостей описываются законом фильтрации с предельным (начальным) градиентом и достаточно хорошо изучены. Однако реальные пористые среды, как правило, обладают анизотропией фильтрационных свойств, первичный анализ которой проще и наглядней произвести в предельно-анизотропной среде. В статье дан анализ законов фильтрации вязкопластичных жидкостей в предельно-анизотропной среде, моделирующей трещиноватый коллектор, образованной одной системой трещин.

Для количественного описания фильтрационного течения вязкопластичных жидкостей воспользуемся стандартной идеализированной моделью, в которой коллектор представляется в виде одной системы трещин, которые в свою очередь представляются в виде плоской трубы (щели), образованной двумя параллельными плоскостями, уложенными с постоянным периодом. Каждую систему (трещин) наделим раскрытостью b (расстоянием между плоскостями) и периодом укладки a. Выпишем выражение для определения истинной средней скорости фильтрации для плоской трубы, используя приближённую формулу Буссинеска, в которой пренебрежём последним нелинейным слагаемым:

$$v = \frac{b^2 \cdot \Delta p}{12 \cdot \mu_0 \cdot L} \cdot \left[1 - \frac{2}{3} \cdot \left(\frac{2 \cdot \tau_0 \cdot L}{b \cdot \Delta p} \right) \right], \quad (1)$$

где v – средняя скорость; Δp – перепад давления в щели на участке длиной L; μ_0 – пластическая или структурная вязкость; τ_0 – начальное напряжение сдвига.

Переходя к скоростям фильтрации и учитывая, что в общем случае взаимная ориентация оси симметрии и направления градиента давления может быть произвольной, получим следующее соотношение для одной системы трещин:

$$W_i = -\frac{k_{mp}}{\mu_0} \cdot \left(1 - \frac{3}{2} \cdot \frac{\gamma_{mp}}{\sqrt{\left(a_i \cdot a_j + c_i \cdot c_j \right) \cdot \nabla_i p \cdot \nabla_j p}} \right) \cdot \left(a_i \cdot a_j + c_i \cdot c_j \right) \cdot \nabla_j p, \quad (2)$$

где a_i и c_i – орты, задающие плоскость трещины; $\gamma_{mp} = \frac{2 \cdot \tau_0}{b}$ – значение предельного градиента для системы трещин; $k_{mp} = \frac{b^4}{12 \cdot (a+b)}$ – проницаемость для системы трещин; латинские индексы i и j обозначают компоненты векторов и тензоров, и по ним подразумевается суммирование.

Однако выражение (2) ещё не определяет закон фильтрации вязкопластичных жидкостей, так как оно задаёт лишь уравнения фильтрации при выполнении условия начала течения (в изотропном случае $|\nabla p| > \gamma$). Поэтому для того, чтобы записать закон фильтрации вязкопластичных жидкостей в предельно-анизотропных средах, необходимо сформулировать условие начала течения, в качестве которого можно задать неравенство, следующее из условия отрицательности работы сил трения при движении жидкости в пористой среде:

$$W_i \cdot \nabla_i p < 0. \quad (3)$$

Используя условие, начала течения в трещинах, получаемое подстановкой в неравенство (3) уравнения фильтрации (2), получаем закон фильтрации вязкопластичных жидкостей в идеальном трещиноватом грунте:

$$W_i = -\frac{k_{mp}}{\mu_0} \cdot \left(1 - \frac{3}{2} \cdot \frac{\gamma_{mp}}{\sqrt{\left(a_i \cdot a_j + c_i \cdot c_j \right) \cdot \nabla_i p \cdot \nabla_j p}} \right) \cdot \left(a_i \cdot a_j + c_i \cdot c_j \right) \cdot \nabla_j p \quad (4)$$

при

$$\sqrt{\left(a_i \cdot a_j + c_i \cdot c_j \right) \cdot \nabla_i p \cdot \nabla_j p} > \frac{3}{2} \cdot \gamma;$$

$$W_i = 0$$

при

$$\sqrt{\left(a_i \cdot a_j + c_i \cdot c_j \right) \cdot \nabla_i p \cdot \nabla_j p} \le \frac{3}{2} \cdot \gamma_{mp}.$$

Отметим, что при определении условия начала течения вместо традиционного значения предельного градиента γтр, определённого из решения (1), стоят значения, умноженные на численные коэффициенты. Данное обстоятельство обусловлено линейным приближением точных решений при переходе к теории фильтрации. Численные множители, по аналогии с теорией Козени-Кармана, можно рассматривать как коэффициенты формы.

Дальнейшее обобщение полученного результата может быть связано как с рассмотрением трёхмерной модели, так и учётом анизотропии для двумерных моделей фильтрации в идеальном трещиноватом грунте. Реальные трещины имеют не регулярную раскрытость, и её среднее значение для разных направлений может быть не одинаковым.

Для того чтобы смоделировать анизотропию на плоскости трещины, рассмотрим структуру тензоров проницаемости ($k_{ij} = k \cdot \delta_{ij}$) и предельных градиентов ($t_{ij} = k \cdot \gamma \cdot \delta_{ij}$), где δ_{ij} – дельта Кронекера. Проницаемость на плоскости равна:

$$k_{mp} = \frac{b^3}{12 \cdot (a+b)}.$$

Компоненты тензора предельных градиентов t определяются умножением проницаемости непредельный градиент:

$$t = k_{mp} \cdot \frac{2 \cdot \tau_0}{b} = \frac{\tau_0 \cdot b^2}{6 \cdot (a+b)}.$$

Так как рассматривается одна система трещин, то период укладки, *a* – величина постоянная и анизотропия может возникать за счёт разной раскрытости *b*. Следовательно, уравнение фильтрации вязкопластичных жидкостей в анизотропном трещиноватом пласте, образованном одной системой трещин, имеет вид:

$$W_i = -\frac{k_{ij}}{\mu_0} \cdot \nabla_j p + \frac{t_{ij} \cdot \nabla_j p}{\mu_0 \cdot \sqrt{(a_m \cdot a_n + c_m \cdot c_n) \cdot \nabla_m p \cdot \nabla_n p}}. \quad (5)$$

Соотношение (5), как и в случае изотропной плоскости, ещё не определяет закона фильтрации вязкопластичных жидкостей, так как оно задаёт лишь уравнение фильтрации при выполнении условия начала течения (в изотропном случае $|\nabla p| > \gamma$). Поэтому для того, чтобы записать закон фильтрации вязкопластичных жидкостей в анизотропных средах, необходимо сформулировать условие начала течения и выписать все возможные варианты фильтрационных течений, которые возникают из-за того, что в анизотропных средах значение предельного градиента изменяется в зависимости от направления.

После подстановки в неравенство (3) уравнения фильтрации (5) условие начала течения в направлении принимает вид:

$$|\nabla p| > \frac{t_{ij} n_i n_j}{k_{ij} n_i n_j}, \quad (6)$$

где $k_{ij} n_i n_j$ и $t_{ij} n_i n_j$ – проницаемость и предельный градиент вдоль направления, задаваемого ортом ni соответственно.

Из неравенства (6) в изотропном случае следует, что течение возможно при $|\nabla p| > \gamma$, но для анизотропных сред подобное соотношение вида $|\nabla p| > \gamma_a$ получается лишь для главных направлений. Поэтому представление условия начала течения в виде неравенства (6) представляется мало информативным, и для интерпретации условия, задаваемого неравенством (6), по аналогии с определением направленной проницаемости, можно ввести коэффициент «направленной подвижности».

$$P(|\nabla p|, n_i) = -\frac{\mu_0 \cdot W_i \cdot n_i}{|\nabla p|} = \frac{k_{ij} n_i n_j - t_{ij} n_i n_j}{|\nabla p|}. \quad (7)$$

Тогда условие начала течения сводится к требованию положительности коэффициента подвижности $P(|\nabla p|, n_i) > 0$. Таким образом, уравнение фильтрации (5) спра-

ведливо, если коэффициент подвижности при приложении воздействия в направлении ni больше нуля.

Для анизотропной плоскости уравнение движения (5) приводит к большему, чем в изотропном случае, набору возможностей при формулировке закона фильтрации вязкопластичных жидкостей.

Действительно, для анизотропной плоскости выполнение условия начала течения $P\left(\left|\nabla p\right|, n_i\right) > 0$ гарантирует реализацию движения вязкопластичных жидкостей в соответствии с уравнением (5) на плоскости трещины. Однако, как известно, на главных направлениях тензоры второго ранга принимают экстремальные значения направленных свойств. Поэтому, если $P\left(\left|\nabla p\right|, n_i\right) < 0$, то это ещё не означает, что фильтрация вязкопластичных жидкостей невозможна.

Предположим, для определённости, что $\gamma_1 > \gamma_2$. Тогда нетрудно убедиться в том, что и при выполнении условия $P\left(\left|\nabla p\right|, n_i\right) < 0$ возможно выполнение неравенства $\left|\nabla_i\right| p b_i > \gamma_2$ (рис. 1). В этом случае фильтрационное течение будет одномерным и описываться уравнением движения вида (2). Таким образом, закон фильтрации вязкопластичных жидкостей для анизотропных трещиноватых коллекторов, образованных одной системой трещин, допускает одно- и двухмерные формулировки.

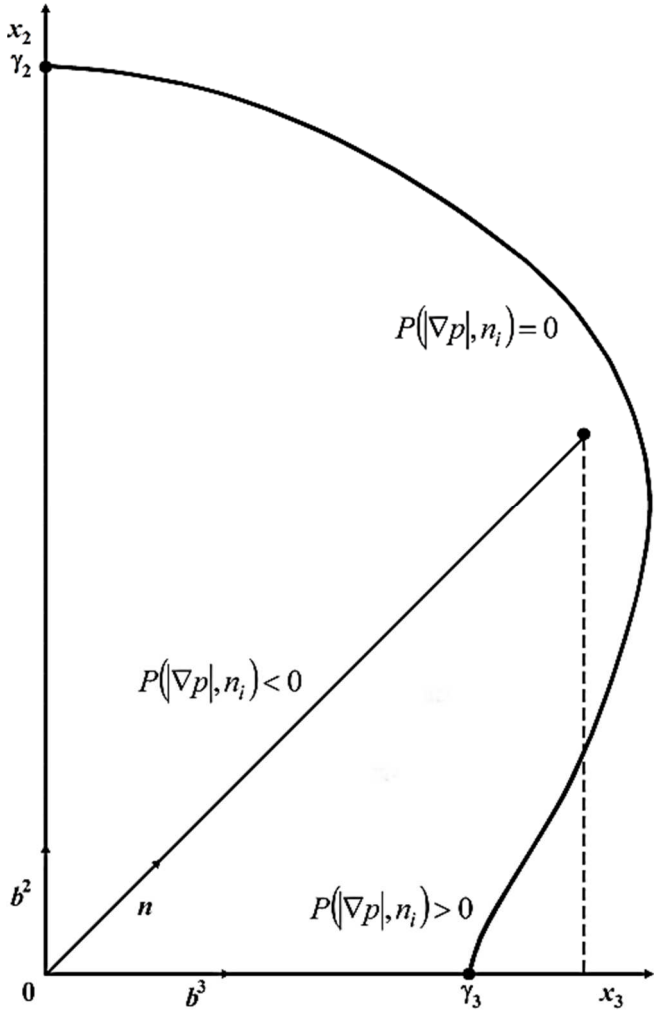


Рисунок 1 – Сечение поверхности нулевой направленной подвижности (начальных градиентов) для анизотропной плоскости

Для унификации записи закона фильтрации вязкопластичных жидкостей введём

следующие обозначения тензоров: $b_{ij}^{(\alpha)}$, $k_{ij}^{(\alpha)}$, $t_{ij}^{(\alpha)}$, где α = 1, 2 и обозначает число диад $b_i^\beta b_j^\beta$, $k_\beta b_i^\beta b_j^\beta$, $k_\beta \gamma_\beta b_i^\beta b_j^\beta$, соответственно, образующих тензоры. При этом для α = 2 тензоры представляются в виде суммы двух диад с индексами 1 и 2, а для α = 1 – одной диадой с индексом 2 (здесь учитывается, что $\gamma_1 > \gamma_2$).

Тогда закон фильтрации вязкопластичных жидкостей в трещиноватом грунте с анизотропными трещинами можно записать в виде

$$\begin{cases} \text{если } \sqrt{b_{ij}^{(2)}\nabla_i p \nabla_j p k_{ij}^{(2)}}\, n_i n_j > t_{ij}^{(2)} n_i n_j, \\ \text{то } W_i = -\dfrac{k_{ij}^{(2)}}{\mu_0}\nabla_i p + \dfrac{t_{ij}^{(2)}}{\mu_0 \cdot \sqrt{b_{ij}^{(2)}\nabla_i p \nabla_j p}}\nabla_j p; \\ \text{если } \sqrt{b_{ij}^{(2)}\nabla_i p \nabla_j p k_{ij}^{(2)}}\, n_i n_j < t_{ij}^{(2)} n_i n_j, \text{но } \sqrt{b_{ij}^{(1)}\nabla_i p \nabla_j p k_{ij}^{(1)}}\, n_i n_j > t_{ij}^{(1)} n_i n_j, \\ \text{то } W_i = -\dfrac{k_{ij}^{(1)}}{\mu_0}\nabla_i p + \dfrac{t_{ij}^{(1)}}{\mu_0 \cdot \sqrt{b_{ij}^{(2)}\nabla_i p \nabla_j p}}\nabla_j p; \\ \text{если } \sqrt{b_{ij}^{(2)}\nabla_i p \nabla_j p k_{ij}^{(2)}}\, n_i n_j < t_{ij}^{(3)} n_i n_j \text{ и } \sqrt{b_{ij}^{(1)}\nabla_i p \nabla_j p k_{ij}^{(1)}}\, n_i n_j < t_{ij}^{(1)} n_i n_j, \\ \text{то } W_i = 0. \end{cases} \quad (8)$$

Трёхмерный случай идеальных грунтов, образованных тремя системами трещин, может быть рассмотрен аналогично. Очевидно, что в трёхмерном случае модели будут более сложными и допускать большее число вариантов течения. Поэтому указанное обобщение моделей требует дополнительных исследований.

Литература

1. Леонов Е.Г. Гидроаэромеханика в бурении / Е.Г. Леонов, В.И. Исаев. – М. : Недра, 1987. – 304 с.
2. Гукасов Н.А. Механика жидкости и газа. – М. : Недра, 1996. – 443 с.
3. Баренблатт Г.И. Движение жидкостей и газов в природных пластах / Г.И. Баренблатт, В.М. Ентов, В.М. Рыжик. – М. : Недра, 1984. – 211 с.
4. Басниев К.С. Подземная гидромеханика / К.С. Басниев, И.Н. Кочина, В.М. Максимов. – М. : Недра, 1993. – 416 с.
5. Дмитриев Н.М. Просветность и проницаемость пористых сред с периодической микроструктурой // Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа. – 1995. – № 1. – С. 79–85.
6. Bear J. Dynamics of fluids in porous media. – New-York : American Elsevier, 1967. – 764 p.
7. Turcotte D. Geodynamics: Applications of Continuum Physics to Geological Problems / D. Turcotte, G. Schubert. – New-York : Wiley, 1982. – 450 p.
8. Дмитриев Н.М. Структура уравнений фильтрации вязкопластичных жидкостей в анизотропных пористых средах / Н.М. Дмитриев, В.М. Максимов // ДАН. – 1999. – Т. 366. – № 5. – С. 622–625.
9. Дмитриев Н.М. Определяющие уравнения и эффекты при фильтрации вязкопластичных жидкостей в анизотропных пористых средах / Н.М. Дмитриев, В.М. Максимов, Е.А. Рябчуков // Фундаментальный базис новых технологий нефтяной и газовой промышленности. – М. : Издательство «ГЕОС», 2002. – Вып. 2. – С. 224–231.
10. Дмитриев Н.М. Законы фильтрации вязкопластичных жидкостей в анизотропных пористых и трещиноватых средах / Н.М. Дмитриев, В.М. Максимов, Е.А. Рябчуков // Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа. – 2006. – № 4. – С. 112–120.
11. Дмитриев Н.М. Решение модельных задач фильтрации вязкопластичной жидкости в анизотропных средах / Н.М. Дмитриев, В.М. Максимов, Е.А. Рябчуков // Актуальные проблемы состояния и развития нефтегазового комплекса России: Материалы 7-й Всероссийской научно-технической конференции (29–30 января 2007 года, г. Москва). – М. : Российский госу-

дарственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, 2007. – 93 с.
12. Петрушин Е.О. Промысловые исследования притока к горизонтальным скважинам и методы интенсификации нефтегазодобычи / Е.О. Петрушин, А.С. Арутюнян, Л.Г. Кусова // СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ – 2021: материалы XXII Международной молодёжной научной конференции (17–19 марта 2021 года, г. Ухта). – Ухта : Издательство ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», 2021. – С. 476–480.
13. Тихонов Е.В. Анализ проблем бурения скважин и вскрытия нефтегазовых пластов в осложнённых условиях // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 4. – С. 206–222.
14. Тихонов Е.В. Анализ изменения плотности нагнетаемой в скважину аэрированной жидкости / Е.В. Тихонов, Л.Г. Кусова // Инженер-нефтяник. – 2025. – № 2. – С. 50–52.
15. Tikhonov E.V. Well completion in low-permeability reservoirs with minimum values of repression and depression / E.V. Tikhonov, G.V. Shelukhov, A.I. Perepelkin, P.P. Poryvkin // Readings of A.I. Bulatov. – 2025. – Vol. 2. – P. 137–143.

References

1. Leonov E.G. Hydroaeromechanics in Drilling / E.G. Leonov, V.I. Isaev. – M. : Nedra, 1987. – 304 p.
2. Gukasov N.A. Mechanics of Liquids and Gases. – M. : Nedra, 1996. – 443 p.
3. Barenblatt G.I. Movement of Liquids and Gases in Natural Reservoirs / G.I. Barenblatt, V.M. Entov, V.M. Ryzhik. – M. : Nedra, 1984. – 211 p.
4. Basniev K.S. Underground Hydromechanics / K.S. Basniev, I.N. Kochina, V.M. Maksimov. – M. : Nedra, 1993. – 416 p.
5. Dmitriev N.M. Translucency and permeability of porous media with a periodic microstructure // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Mechanics of Liquids and Gases. – 1995. – № 1. – P. 79–85.
6. Bear J. Dynamics of fluids in porous media. – New-York : American Elsevier, 1967. – 764 p.
7. Turcotte D. Geodynamics: Applications of Continuum Physics to Geological Problems / D. Turcotte, G. Schubert. – New-York : Wiley, 1982. – 450 p.
8. Dmitriev N.M. Structure of the equations of filtration of viscoplastic fluids in anisotropic porous media / N.M. Dmitriev, V.M. Maksimov // DAN. – 1999. – Vol. 366. – № 5. – P. 622–625.
9. Dmitriev N.M. Constitutive equations and effects in the filtration of viscoplastic fluids in anisotropic porous media / N.M. Dmitriev, V.M. Maksimov, E.A. Ryabchukov // Fundamental basis of new technologies in the oil and gas industry. – M. : GEOS Publishing House, 2002. – Iss. 2. – P. 224–231.
10. Dmitriev N.M. Laws of filtration of viscoplastic fluids in anisotropic porous and fractured media / N.M. Dmitriev, V.M. Maksimov, E.A. Ryabchukov // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Mechanics of Liquids and Gases. – 2006. – № 4. – P. 112–120.
11. Dmitriev N.M. Solution of model problems of filtration of viscoplastic fluid in anisotropic media / N.M. Dmitriev, V.M. Maksimov, E.A. Ryabchukov // Actual problems of the state and development of the oil and gas complex of Russia: Proceedings of the 7th All-Russian Scientific and Technical Conference (January 29–30, 2007, Moscow). – M. : Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), 2007. – 93 p.
12. Petrushin E.O. Field studies of the inflow to horizontal wells and methods of intensifying oil and gas production / E.O. Petrushin, A.S. Arutyunyan, L.G. Kusova // SEVER-GEOECOTECH – 2021: Proceedings of the XXII International Youth Scientific Conference (March 17–19, 2021, Ukhta). – Ukhta: Publishing House of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ukhta State Technical University», 2021. – P. 476–480.
13. Tikhonov E.V. Analysis of the problems of well drilling and drilling into oil and gas formations in difficult conditions // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 4. – P. 206–222.
14. Tikhonov E.V. Analysis of changes in the density of aerated liquid injected into a well / E.V. Tikhonov, L.G. Kusova // Petroleum Engineer. – 2025. – № 2. – P. 50–52.
15. Tikhonov E.V. Well completion in low-permeability reservoirs with minimum values of repression and depression / E.V. Tikhonov, G.V. Shelukhov, A.I. Perepelkin, P.P. Poryvkin // Readings of A.I. Bulatov. – 2025. – Vol. 2. – P. 137–143.

УДК 622.245.1

ТЕРМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ОБСАДНЫЕ КОЛОННЫ ПРИ ИЗМЕНЕНИЯХ ТЕМПЕРАТУРЫ В СКВАЖИНАХ

♦♦♦♦♦

THERMAL LOADS ACTING ON CASING STRINGS DURING CHANGES IN WELL TEMPERATURE

Тихонов Евгений Владимирович
технический директор отдела буровых растворов
ООО «БУРСЕРВИС»
evgeny.tikhonovv@yandex.ru

Аннотация. При выполнении различных технологических операций в скважинах их температурный режим, как правило, существенно нарушается: одни участки нагреваются, другие – охлаждаются. При этом могут возникнуть значительные проблемы как на стадии сооружения скважины, так и в период её эксплуатации. В рамках данной статьи стоит задача оценить роль колебаний температуры на прочность обсадных колонн, так как их состояние определяет возможность существования самой скважины как эксплуатационного объекта.

Ключевые слова: термические нагрузки, действующие на обсадные колонны; изменение температуры в скважинах; дополнительные осевые термические нагрузки; коэффициент термического расширения материала обсадных труб; приложенная осевая нагрузка к обсадным трубам; температурные условия в скважине к моменту защемления колонны; максимально возможные термические нагрузки.

Tikhonov Evgeny Vladimirovich
Technical Director
of the Drilling Fluids Department
of «BURSERVICE» LLC
evgeny.tikhonovv@yandex.ru

Annotation. When performing various technological operations in wells, their temperature regime is usually significantly disrupted: some sections heat up, others cool down. In this case, significant problems can arise both at the stage of well construction and during its operation. Within the framework of this article, the task is to assess the role of temperature fluctuations on the strength of casing strings, since their condition determines the possibility of the existence of the well itself as an operational facility.

Keywords: thermal loads acting on casing strings; change in temperature in wells; additional axial thermal loads; coefficient of thermal expansion of casing material; applied axial load to casing strings; temperature conditions in the well at the moment of clamping of the string; maximum possible thermal loads.

Многочисленные геофизические исследования качества цементирования обсадных колонн показывают, что на практике никогда не удаётся добиться абсолютного заполнения заколонного пространства скважины тампонажным материалом. Поэтому в скважинах имеются зоны, в которых цементное кольцо либо одностороннее, либо вообще отсутствует.

Такие незацементированные интервалы обсадных колонн можно отождествить с жёстко закреплённым на концах стержнем, подверженным влиянию положительных и отрицательных перепадов температуры по отношению к естественной температуре горных пород, составляющих разрез скважины. В результате нагрева (положительный перепад температуры) участок колонны стремится удлиниться, но лишённый этой возможности в результате защемления на концах будет испытывать дополнительные сжимающие осевые нагрузки. Этот же участок колонны в результате охлаждения стремится укоротиться, но лишённый этой возможности по указанной выше причине будет испытывать дополнительные растягивающие осевые нагрузки. Сжимающие нагрузки могут привести к потере устойчивости и косому срезу колонны со смещением концов, или к распору муфтового соединения, а растягивающие нагрузки, как правило, складывающиеся с остаточными силами тяжести, могут привести к разрыву обсадной колонны или к страгиванию резьбы. Положение может существенно усугубиться, если колебания температуры сопровождаются колебаниями давления внутри обсадной колонны, т.к. при увеличении давления длина защемлённого участка колонны уменьшается за счёт радиальной деформации, а при уменьшении давления происходит обратный процесс – удлинение колонны.

Используя известные положения науки о сопротивлении материалов, нетрудно рассчитать дополнительные осевые термические нагрузки, действующие на обсадную

колонну в результате изменений её температуры. В общем виде изменение длины ΔL защемлённого участка колонны от температурных изменений описывается следующим уравнением:

$$\Delta L = \int_{z_1}^{z_2} \lambda_{om} \cdot \left(T_0(z) - T(z)\right) \cdot dz\,, \tag{1}$$

где T_0 (z) – температурная функция глубины в момент защемления колонны; T (z) – температурная функция глубины, характеризующая максимальное отклонение температуры от начальных условий; z_1 и z_2 – глубина соответственно нижней и верхней границ защемления рассматриваемого участка колонны; λ_{om} – коэффициент термического расширения материала обсадных труб.

С другой стороны, удлинение защемлённого участка обсадной колонны связано с действующей на него дополнительной осевой нагрузкой уравнением деформации:

$$\Delta l = \frac{P}{E_{om}} \cdot \frac{z_2 - z_1}{F}\,, \tag{2}$$

где P – приложенная осевая нагрузка к обсадным трубам; E_{om} – модуль Юнга материала труб; F – средняя площадь поперечного сечения тела обсадных труб защемлённого участка колонны:

$$F = \sum \frac{F_i \cdot l_i}{z_2 - z_1}\,. \tag{3}$$

Здесь F_i и l_i – соответственно площадь сечения тела и длина i-той секции рассматриваемого интервала.

Для защемлённого на концах участка обсадной колонны можно приравнять правые части уравнений (1) и (2):

$$\frac{P}{E_{om}} \cdot \frac{z_2 - z_1}{F} = \int_{z_1}^{z_2} \lambda_{om} \cdot \left(T_0(z) - T(z)\right) \cdot dz\,. \tag{4}$$

Из уравнения (4) определим дополнительную осевую нагрузку, действующую на защемлённый участок колонны в результате происходящих в скважине изменений температуры:

$$P = F \cdot \int_{z_1}^{z_2} \lambda_{om} \cdot E_{om} \cdot \left(T_0(z) - T(z)\right) \cdot \frac{dz}{z_2 - z_1}\,. \tag{5}$$

Будем считать, что модуль Юнга и коэффициент термического расширения металла труб не зависят от температуры. Тогда:

$$P = \frac{\lambda_{om} \cdot E_{om} \cdot F}{z_2 - z_1} \cdot \int_{z_1}^{z_2} \left(T_0(z) - T(z)\right) \cdot dz\,. \tag{6}$$

Очевидно, что растягивающие дополнительные термические нагрузки (их знак плюс) складываются с осевыми силами тяжести колонны, а сжимающие (их знак минус) вычитаются из действующих в рассматриваемом сечении сил тяжести.

Выражение под знаком интеграла представляет собой среднеинтегральное значение перепада температуры по отношению к температурным условиям в скважине к моменту защемления колонны.

К сожалению, глубины защемления участков обсадных колонн в скважинах во многих случаях неизвестны. Поэтому в первом приближении будем считать, что длина участка защемления достаточно мала (но не менее длины полуволны при потере устойчивости обсадной колонны в скважине), а расположен участок защемления на любой глубине, где есть вероятность его возникновения. В этих условиях речь может

идти лишь об оценках максимально возможных термических нагрузках, которые могут быть выполнены, если определены:

- начальные температурные условия в скважине, при которых происходит защемление колонны (в этот момент дополнительные термические нагрузки равны нулю);
- распределение температуры по глубине скважины в случае максимального нагрева рассматриваемого участка колонны (в этот момент дополнительная осевая нагрузка максимальная сжимающая);
- распределение температуры по глубине скважины в случае максимального охлаждения рассматриваемого участка колонны (в этот момент дополнительная термическая осевая нагрузка максимальная растягивающая).

Для оценки степени опасности термических напряжений, возникающих в элементах конструкции газовых скважин, воспользуемся фактическими данными на примере подземного хранилища газа Краснодарского края в качестве исходной расчётной информации:

- устьевая температура нагнетаемого газа 30–40 °С (возможно её увеличение до 80–90 °С);
- устьевое давление при нагнетании газа в пласт 6,5–7,5 МПа (возможно его увеличение до 12,5 МПа);
- максимальная температура окружающего воздуха 40 °С;
- натяжение эксплуатационной колонны при оборудовании устья скважины производится усилием, равным 75 % от силы тяжести колонны.

Расчёты выполнены при помощи программы MathCAD.

Результаты расчётов следующие:

1. Максимальный нагрев обсадных колонн:
- промежуточной 28 °С (на устье);
- эксплуатационной 18 °С (на глубине 700 м).

2. Максимальное охлаждение обсадных колонн:
- промежуточной 17 °С (на глубине 1100 м);
- эксплуатационной 22 °С (на глубине 1330 м).

3. Максимальная дополнительная термическая сжимающая нагрузка на защемлённые участки обсадных колонн:
- промежуточной 64,4 тонн;
- эксплуатационной 25,5 тонн.

4. Максимальная дополнительная термическая растягивающая нагрузка на защемлённые участки обсадных колонн:
- промежуточной 39,1 тонн;
- эксплуатационной 27,7 тонн.

Анализ выполненных расчётов позволяет сделать следующие выводы:

1) нельзя игнорировать дополнительные термические напряжения, возникающие в обсадных колоннах;

2) величины дополнительных сжимающих осевых усилий, действующих на участки колонн в результате изменений температурных условий в скважинах таковы, что они способны привести не только к распору муфтовых соединений, но и к слому трубы, особенно в наклонных скважинах;

3) величины дополнительных растягивающих осевых усилий, действующих на обсадные колонны, могут не укладываться в рамки применяемых коэффициентов запаса прочности по осевым нагрузкам и привести к разрыву тела трубы или страгиванию резьбовых соединений.

Известно, что одним из методов, позволяющих свести к минимуму вероятность повреждения незацементированной части обсадной колонны в результате термических перегрузок, является выбор оптимальной величины её натяжения в конце ОЗЦ при оборудовании устья скважины. Надёжность такого метода компенсации термических напряжений гарантирована только в том случае, если нет опасности возникновения прихватов колонны горными породами. В идеале следовало бы растянуть колонну после спуска в скважину по всей длине до фильтра на величину силы её тяжести плюс

максимальная дополнительная сжимающая термическая нагрузка. При этом необходимо учесть, что максимальная растягивающая нагрузка на верхнюю секцию колонны $P_{\max}$ может достичь величины:

$$P_{\max} = P + P_{сж}^{\max} + P_{рас}^{\max}, \quad (7)$$

где P – сила тяжести обсадной колонны; $P_{сж}^{\max}$ – максимальная осевая сжимающая термическая нагрузка; $P_{рас}^{\max}$ – максимальная осевая растягивающая термическая нагрузка.

Конечно же, возникает сугубо технический вопрос: как осуществить дополнительное натяжение сверх силы тяжести, когда колонна подвешена на устье свободно? На наш взгляд, наиболее простой способ – использовать в качестве последней порции тампонажного раствора при цементировании обсадной колонны быстросхватывающуюся смесь (БСС), которая позволит быстро защемить призабойную часть обсадной колонны и произвести её натяжение необходимым усилием в первые часы ОЗЦ. В определённый момент времени ОЗЦ, когда БСС в заколонном пространстве приобретёт пластическую прочность, способную противостоять дополнительной осевой нагрузке со стороны колонны без признаков сдвига, колонна окажется жёстко защемлённой БСС. Этот момент времени следует использовать для окончательного натяжения колонны. По нашим оценкам этот момент соответствует началу схватывания БСС в забойных условиях, если интервал её расположения за колонной не менее 20 м.

Литература

1. Аббасов С.Г. Исследование распределения температуры по составной обсадной колонны / С.Г. Аббасов, В.Т. Мамедов // Нефтепромысловое дело. – 2015. – № 1. – С. 46–49.
2. Аббасов С.Г. Исследование распределения дополнительного температурного напряжения на составную конструкцию обсадных колонн // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2017. – № 7. – С. 49–52.
3. Колесова С.Б. Влияние температурного фактора на оборудование и технологические процессы добычи нефти / С.Б. Колесова, А.М. Насыров, М.Б. Полозов // Экспозиция Нефть Газ. – 2018. – № 2(62). – С. 42–45.
4. Петрушин Е.О. Промысловые исследования притока к горизонтальным скважинам и методы интенсификации нефтегазодобычи / Е.О. Петрушин, А.С. Арутюнян, Л.Г. Кусова // СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ – 2021: материалы XXII Международной молодёжной научной конференции (17–19 марта 2021 года, г. Ухта). – Ухта : Издательство ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», 2021. – С. 476–480.
5. Просёлков Ю.М. Термические напряжения в обсадных трубах паронагнетательных скважин / Ю.М. Просёлков, Е.Б. Просёлков // Технические средства, материалы и технология крепления скважин: сборник научных трудов ВНИИКРнефти. – Краснодар : ВНИИКРнефть, 1986. – С. 148–155.
6. Тагиров К.М. Расчёт температурных напряжений в обсадных колоннах скважин / К.М. Тагиров, Н.Г. Фёдорова // Газовая промышленность. – 2003. – № 12. – С. 57–59.
7. Тихонов Е.В. Анализ проблем бурения скважин и вскрытия нефтегазовых пластов в осложнённых условиях // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 4. – С. 206–222.
8. Тихонов Е.В. Анализ изменения плотности нагнетаемой в скважину аэрированной жидкости / Е.В. Тихонов, Л.Г. Кусова // Инженер-нефтяник. – 2025. – № 2. – С. 50–52.
9. Tikhonov E.V. Well completion in low-permeability reservoirs with minimum values of repression and depression / E.V. Tikhonov, G.V. Shelukhov, A.I. Perepelkin, P.P. Poryvkin // Readings of A.I. Bulatov. – 2025. – Vol. 2. – P. 137–143.
10. Шальская С.В. Геолого-геофизическая характеристика района Кущёвского ПХГ // Вестник студенческой науки кафедры информационных систем и программирования. – 2019. – № 1 (7). – С. 1–20. – URL : vsn.esrae.ru/ru/7-32
11. Шальская С.В. Техника и методика проведения ГИС-контроля на Кущёвском ПХГ // Вестник студенческой науки кафедры информационных систем и программирования. – 2019. – № 1 (7). – С. 21–39. – URL : vsn.esrae.ru/7-33

12. Шальская С.В. Оценка эффективности комплекса геофизических исследований скважин при решении нефтепромысловых задач на Кущёвской ПХГ / С.В. Шальская, Н.М. Лешкович // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2019. – № 3. – С. 98–119.

References

1. Abbasov S.G. Study of temperature distribution along the composite casing / S.G. Abbasov, V.T. Mamedov // Oilfield Engineering. – 2015. – № 1. – P. 46–49.
2. Abbasov S.G. Study of distribution of additional temperature stress on the composite structure of casing strings // Construction of oil and gas wells onshore and offshore. – 2017. – № 7. – P. 49–52.
3. Kolesova S.B. Influence of temperature factor on equipment and technological processes of oil production / S.B. Kolesova, A.M. Nasyrov, M.B. Polozov // Oil Gas Expo. – 2018. – № 2(62). – P. 42–45.
4. Petrushin E.O. Field studies of the inflow to horizontal wells and methods of intensifying oil and gas production / E.O. Petrushin, A.S. Arutyunyan, L.G. Kusova // SEVER-GEOECOTECH – 2021: Proceedings of the XXII International Youth Scientific Conference (March 17–19, 2021, Ukhta). – Ukhta : Publishing House of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ukhta State Technical University», 2021. – P. 476–480.
5. Proselkov Yu.M. Thermal stresses in the casing of steam injection wells / Yu.M. Proselkov, E.B. Proselkov // Technical means, materials and technology of well casing: Collection of scientific papers of VNIIKRneft. – Krasnodar : VNIIKRneft, 1986. – P. 148–155.
6. Tagirov K.M. Calculation of thermal stresses in well casing strings / K.M. Tagirov, N.G. Fedorova // Gas industry. – 2003. – № 12. – P. 57–59.
7. Tikhonov E.V. Analysis of well drilling problems and drilling into oil and gas formations in complicated conditions // Science. Technology. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 4. – P. 206–222.
8. Tikhonov E.V. Analysis of changes in the density of aerated fluid injected into the well / E.V. Tikhonov, L.G. Kusova // Petroleum engineer. – 2025. – № 2. – P. 50–52.
9. Tikhonov E.V. Well completion in low-permeability reservoirs with minimum values of repression and depression / E.V. Tikhonov, G.V. Shelukhov, A.I. Perepelkin, P.P. Poryvkin // Readings of A.I. Bulatov. – 2025. – Vol. 2. – P. 137–143.
10. Shalskaya S.V. Geological and geophysical characteristics of the Kushchevsky UGS area // Bulletin of student science of the department of information systems and programming. – 2019. – № 1(7). – P. 1–20. – URL : vsn.esrae.ru/ru/7-32
11. Shalskaya S.V. Technique and methods of conducting GIS control at the Kushchevsky UGS // Bulletin of student science of the department of information systems and programming. – 2019. – № 1(7). – P. 21–39. – URL : vsn.esrae.ru/7-33
12. Shalskaya S.V. Evaluation of the effectiveness of a complex of geophysical studies of wells in solving oil field problems at the Kushchevsky UGS / S.V. Shalskaya, N.M. Leshkovich // Science. Technology. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2019. – № 3. – P. 98–119.

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

•••••••

PEDAGOGICAL SCIENCES

УДК 796.323

БАСКЕТБОЛ: РОЛЬ ТРЕНЕРА В ПОДГОТОВКЕ БАСКЕТБОЛИСТОВ: МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ

♦♦♦♦♦

BASKETBALL: THE ROLE OF THE COACH IN THE TRAINING OF BASKETBALL PLAYERS: METHODS AND APPROACHES

Губжоков Азамат Анзорович
студент группы 25-НБ-ТТ2,
факультет нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
Ansoker204@gmail.com

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

Аннотация. В статье рассматривается роль тренера в процессе подготовки баскетболистов, анализируются современные методы, подходы и педагогические технологии, применяемые в спортивной практике. Раскрывается значение профессиональной компетентности тренера, его коммуникативных, аналитических и организационных навыков, а также влияние тренировочного процесса на физическую, техническую, тактическую и психологическую готовность спортсменов. Представлены принципы планирования тренировочного цикла, методы развития физических качеств, формирования командного взаимодействия и мотивации. Материал соответствует современным требованиям спортивной науки и ориентирован на практикующих тренеров и студентов физкультурных направлений.

Ключевые слова: баскетбол, тренер, подготовка спортсменов, тренировочный процесс, методы обучения, физическая подготовка, тактика, психология спорта.

Gubzhokov Azamat Anzorovich
Student of group 25-NB-TT2,
Faculty of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
Ansoker204@gmail.com

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 a basketball coach in the preparation of athletes, focusing on modern training methods, pedagogical approaches, and sports science principles. The paper highlights the coach's professional competencies, communication skills, analytical abilities, and their influence on players' physical, technical, tactical, and psychological development. It outlines the principles of training-cycle planning, methods for developing physical qualities, improving team interactions, and enhancing athlete motivation. The article corresponds to contemporary sports science standards and is intended for coaches and students of physical education.

Keywords: basketball, coach, athlete preparation, training process, teaching methods, physical conditioning, tactics, sports psychology.

Можно с уверенностью сказать, что баскетбол – это чрезвычайно значимый и увлекательный вид спорта [1]. Баскетбол является одним из наиболее распространённых и динамичных игровых видов спорта, требующим высокой физической подготовки, развитого тактического мышления и устойчивой психологической стабильности. По данным Международной федерации баскетбола (FIBA), эффективность командной игры во многом определяется качеством тренерской работы, поскольку тренер остаётся ключевой фигурой в развитии технических, тактических и функциональных возможностей спортсменов [2]. Роль тренера является решающей: он формирует структуру тренировочного процесса, контролирует развитие навыков и обеспечивает создание условий для достижения высоких спортивных результатов.

Современная эпидемиология баскетбола и факторы тренерского влияния. Популярность баскетбола продолжает расти в разных странах мира – миллионы людей занимаются этим видом спорта на любительском и профессиональном уровне. К факторам, определяющим эффективность подготовки спортсменов, относятся как немодифицируемые (уровень одарённости, антропометрические характеристики, возраст начала занятий), так и модифицируемые факторы: качество тренерских методик, интенсивность тренировочного процесса, система мотивации, применяемые педагогические технологии, условия тренировок и уровень дисциплины в команде. Международные спортивные данные подчёркивают необходимость комплексного подхода и си-

стемной работы тренера в долгосрочной спортивной подготовке [3].

Научные исследования показывают, что структурированный тренировочный процесс способствует адаптации сердечно-сосудистой, мышечной и нервной систем, повышая скорость реакции, силу, выносливость и координацию - критически важные качества для баскетбола [4].

Регулярные тренировки способствуют укреплению сердечно-сосудистой системы и повышению эффективности кровообращения. Во время занятий повышается функциональная мощность организма, что улучшает кислородоснабжение мышц, увеличивает устойчивость к утомлению и ускоряет восстановительные процессы. Физические нагрузки развивают скоростно-силовые качества, координацию, гибкость и маневренность, что существенно влияет на результативность игровых действий. В образовательной сфере активно внедряются современные спортивно-педагогические технологии [5], направленные на повышение эффективности обучения двигательной деятельности, включая развитие у обучающихся устойчивой мотивации к занятиям физической культурой [6].

Тактические последствия недостаточной тренерской работы. Недостаточный контроль со стороны тренера или отсутствие системного подхода может привести к снижению качества командного взаимодействия, ухудшению выполнения тактических схем, конфликтам внутри коллектива и снижению общего спортивного результата. Неправильно построенная система тренировок отрицательно влияет на развитие игровых навыков, эффективность бросков, защитных действий и переходов из обороны в атаку. Отсутствие качественного планирования повышает риск эмоционального выгорания спортсменов, а также увеличивает вероятность спортивных травм [2].

Диагностика и оценка подготовки. Современные рекомендации спортивной науки подчёркивают необходимость систематического контроля за состоянием спортсмена: тестирования физической подготовки, оценки технических навыков, видеонаблюдения и анализа игровых эпизодов. Важную роль играет использование электронных средств мониторинга - трекеров нагрузки, пульсометров, видеоплатформ для разбора игровых ситуаций. Тренер должен оценивать текущее состояние спортсменов на основе повторных тестов и статистики, включая динамику физической формы, точность бросков, эффективность защитных действий и уровень игровой активности [7].

Методы и средства тренерского воздействия.

- Основные принципы тренерской работы. Главная цель тренера – обеспечить достижение спортсменами оптимального уровня физической, технической и тактической подготовки. Принципы тренировки включают постепенность, цикличность, индивидуализацию, вариативность упражнений и комплексный подход. Тренер должен учитывать возрастные и физиологические особенности спортсменов, уровень их подготовленности и задачи тренировочного периода [3];
- Немедикаментозные (педагогические) методы. В баскетболе ключевое значение имеют: развитие движений, формирование игровой дисциплины, обучение взаимодействиям, оптимизация тренировочной нагрузки, психологическая подготовка, здоровый образ жизни, рациональная диета и восстановительные мероприятия. Эти меры существенно влияют на спортивные результаты, повышают выносливость, скорость и координацию [4];
- Тренировочные стратегии. В подготовке баскетболистов используются силовые тренировки, аэробные и анаэробные нагрузки, упражнения на координацию, игровые упражнения, моделирующие реальные ситуации, а также тактические разборы с использованием видеоаналитики. Комбинирование различных типов нагрузок обеспечивает устойчивый тренировочный эффект и улучшает показатели спортивной формы [7].

Рекомендации по контролю за тренировочным процессом. Использование дневников тренировок, электронного мониторинга нагрузки, регулярных тестов и плановых индивидуальных бесед со спортсменами повышает результативность тренерской работы. Видеомониторинг и статистическая аналитика помогают выявлять ошибки, корректировать тактику и улучшать игру. Регулярная обратная связь между тренером и игроками является обязательным элементом качественной спортивной подготовки.

Следует подчеркнуть, что для того, чтобы занятия спортом давали максимальную пользу необходимым условием, является регулярность занятий и оптимальность нагрузки, обратить внимание на свое здоровье и начать заниматься физической культурой, чтобы получить все преимущества, которые приносит активный образ жизни [8, 9, 10].

Литература

1. Питкин В.А. Особенности проявления мотивации у студентов баскетболистов 17–19 лет / В.А. Питкин, П.А. Ключанова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2024. – № 1. – С. 250–252.
2. FIBA. Руководство по развитию игроков.
3. Бомпа Т. Периодизация: теория и методика тренировки. Кинетика человека / Т. Бомпа, Г. Хафф. – 2009.
4. Хоффман Дж. Физиологические аспекты тренировок и игровой деятельности в баскетболе. Sports Science Exchange.
5. ЮНЕСКО. Рекомендации по качественному физическому воспитанию.
6. Бейли Р. Физическая культура и спорт в школах: обзор пользы и результатов // Journal of School Health.
7. МакИннес С. Физиологическая нагрузка на баскетболистов / С. МакИннес, Дж. Карлсон // Journal of Sports Sciences.
8. Ассоциация тренеров НБА. Инструменты тренера и стандарты мониторинга игроков.
9. Питкин В.А. Физическая культура как способ преодоления стресса у студентов. Азимут научных исследований: педагогика и психология. – 2023. – Т. 12. – № 3(44). – С. 75–77.
10. Питкин В.А. Методы коррекции фигуры с помощью физических упражнений. Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2023. – № 8(222). – С. 266–269.

References

1. Pitkin V.A. Features of motivation among basketball students aged 17–19 / V.A. Pitkin, P.A. Klyuchanova // Science. Technic. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2024. – № 1. – P. 250–252.
2. FIBA. Player Development Guidelines.
3. Bompa T. Periodization: Theory and Methodology of Training. Human Kinetics / T. Bompa, G. Haff. – 2009.
4. Hoffman J. Physiological Aspects of Basketball Training and Performance. Sports Science Exchange.
5. UNESCO. Quality Physical Education Guidelines for Policy-Makers.
6. Bailey R. Physical Education and Sport in Schools: A Review of Benefits and Outcomes // Journal of School Health.
7. McInnes S. The Physiological Load Imposed on Basketball Players / S. McInnes, J. Carlson // Journal of Sports Sciences.
8. NBA Coaches Association. Coaching Tools and Player Monitoring Standards.
9. Pitkin V.A. Physical culture as a way to overcome stress in students. Azimuth of scientific research: pedagogy and psychology. – 2023. – Vol. 12. – № 3(44). – P. 75–77.
10. Pitkin V.A. Methods of body correction using physical exercises. Scientific notes of the University named after. P.F. Lesgafta. – 2023. – № 8(222). – P. 266–269.

УДК 94

ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ ПЕРВЫХ КАЗАЧЬИХ ПОСЕЛЕНИЙ НА КУБАНИ

♦♦♦♦♦

THE STAGES OF FORMATION OF THE FIRST COSSACK SETTLEMENTS IN THE KUBAN

Лаврентьева Марина Андреевна
кандидат исторических наук,
доцент,
доцент кафедры,
Кубанский государственный технологический университет
tabar1@rambler.ru

Савенко Дмитрий Алексеевич
студент,
Кубанский государственный технологический университет
dimasavenkoo@mail.ru

Дубиненко Никита Андреевич
студент,
Кубанский государственный технологический университет
nikita-dubinenko@yandex.com

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые этапы формирования первых казачьих поселений на Кубани. Анализируется исторический контекст, в котором возникли казачьи общины, а также факторы, способствовавшие их развитию, такие как географическое положение, социально-экономические условия и военные нужды Российской империи. Также акцентируется внимание на роли казачества в защите южных границ России. Статья основана на исторических источниках и исследованиях, что позволяет более глубоко понять процессы, приведшие к становлению казачьей культуры и её влиянию на развитие Кубани.

Ключевые слова: казачьи поселения, Черноморское войско, побережье, запорожские казаки, природно-климатические условия, военные события, развитие Кубани.

Lavrentieva Marina Andreevna
Candidate of Historical Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor of the Department,
Kuban State Technological University
tabar1@rambler.ru

Savenko Dmitry Alekseevich
Student,
Kuban State Technological University
dimasavenkoo@mail.ru

Dubinenko Nikita Andreevich
Student,
Kuban State Technological University
nikita-dubinenko@yandex.com

Annotation. The article examines the key stages of the formation of the first Cossack settlements in the Kuban. The article analyzes the historical context in which the Cossack communities arose, as well as the factors that contributed to their development, such as the geographical location, socio-economic conditions and military needs of the Russian Empire. Attention is also focused on the role of the Cossacks in protecting the southern borders of Russia. The article is based on historical sources and research, which allows for a deeper understanding of the processes that led to the formation of the Cossack culture and its impact on the development of Kuban.

Keywords: cossack settlements, Black Sea army, coast, Zaporozhian Cossacks, natural and climatic conditions, military events, development of Kuban.

Образование первых казачьих поселений на Кубани относится к 1792–1794 гг., однако этот процесс нельзя ограничить какой-либо одной конкретной датой, ибо в условиях необжитого края требовалось значительно больше времени на освоение новых российских территорий, на закладку поселений и обустройство поселенческого месторасположения. Началом для освоения территории современной Кубани (Краснодарский край) послужило событие 1792 г. После подписания Ясского мирного договора (1791) Екатерина II, намереваясь укрепить южный фронтир, повелела переселить на эти земли запорожцев, казаков ранее созданного Черноморского казачьего войска.

В отношении исторического региона Кубани изначальным моментом в его заселении казаками традиционно называется переселение 40 куреней «славных и храбрых запорожцев». Однако, первыми поселениями черноморских казаков на осваиваемой ими территории Кубани стали отнюдь не курени, а стихийно создаваемые казачьи слободки. Как справедливо подчёркивал один из первых историков Кубани Е.Д. Фелицын, «на вновь пожалованной земле семейные черноморцы остановились таборами и образовали сперва восемь временных селений: Захаровку, Тимофеевку, Андреевку, Константиновку, Антоновку, Стояновку, Онуфриевку и Алексеевку» [1].

Территория, занятая казаками, получила название Черномории, или Области Войска Черноморского, которая в 1860 г. вошла в состав Кубанского казачьего войска. Непосредственно с этого момента и принято говорить о целостности исторического пространства Кубани как самодостаточного казачьего края России. Освоение новых земель и защита южных рубежей России стала основной целью переселения на Кубань запорожских казаков.

Основное развитие казачьих поселений на Кубани можно разделить на две ветви – заселение на территории Черноморского побережья и заселение линейное вдоль реки Кубань.

Первоначально обратим внимание на особенности организации системы поселений и жилищного строительства на территории Черноморского казачьего войска в период с 1792 по 1860 годы. На первом этапе, охватывающем 1792–1820-е годы, закладываются основы расселения, которые включают курени черноморцев, унаследованные от знаменитой Запорожской Сечи. В центре этой системы находится «войсковой город» Черноморского казачьего войска – Екатеринодар, который отличался периферийным расположением и был организован по аналогии с Запорожским Кошем: «крепость была построена с церковью в центре и 40 куренями вокруг». Непродуманная колонизация новых территорий привела к хаотичному размещению первых поселенцев вблизи существующих военных укреплений. В дальнейшем, при распределении земель для селений, преобладали стратегические интересы, что не всегда соответствовало гражданским нуждам. Поэтому на новом месте сначала создавались временные поселения: коши, зимовники и хутора (по запорожской традиции). Из-за неблагоприятных природных условий или угрозы нападений курени часто меняли свое месторасположение [2]. Первые поселения имели компактную форму и небольшие размеры участков, а приграничные станицы были окружены укреплениями.

Во втором периоде, с 1820-х до 1840-х годов, начинают формироваться характерные черты черноморских поселений. Параллельно с созданием устойчивых населенных пунктов развивалась хозяйственная деятельность казаков и совершенствование сельскохозяйственных навыков, основанных на опыте Запорожья. Временные небольшие поселения – коши, зимовники и хутора, созданные по запорожскому образцу, со временем трансформировались в постоянные и увеличивались за счет переселения отдельных казачьих семей. К середине XIX века на территории Черноморского войска сложилась трехуровневая система расселения: станица – хутор – кош (зимовник).

При анализе распространенных форм поселений на данной территории стоит отметить, что в основном доминировала улично-квартальная планировка. Это было обусловлено строгими нормами, установленными войсковым руководством относительно размеров участков, кварталов и ширины улиц с самого начала основания населенных пунктов. Однако во второй половине XIX века контроль за строительством ослабел, что привело к увеличению размеров участков от центра к окраинам, в результате чего четкий прямоугольный план станицы стал менее выраженным [3]. Смешанная планировка, которая сочетала в себе элементы свободной и улично-квартальной, встречалась реже.

Усадьбы черноморских станиц отличались большими размерами по сравнению с донскими и линейными усадьбами, как правило, состоящими из жилой, хозяйственной и садово-огородной зон. Наиболее часто использовалась павильонная схема застройки двора, хотя также встречались блокированные усадьбы (где жилой дом соединялся с хозяйственными постройками) и смешанные варианты (когда часть хозяйственных помещений интегрировалась в жилой дом) [4].

Таким образом, можно, отметить, что в первой половине XIX в. жилищной архитектуре черноморского казачества преобладали типы домов и, соответственно с этим, линейная модель пространственной организации жилища, распространенная в казачьих районах Запорожья, что было связано с происхождением черноморцев. Различия отмечены в более аскетичном декоре фасадов, возможно из-за военизированного образа жизни.

Также рассмотрим характерные черты в организации системы поселений, усадеб и жилищ линейных станиц вдоль Кубани (1792–1860 гг.). Несмотря на меньший ко-

личественный состав, по сравнению с Черноморским казачьим войском, линейное казачество было следующим по численности объединением, существовавшим на территории Кубани, поэтому именно оно оказало наиболее значимое влияние на черноморскую культуру.

После Русско-турецкой войны южная граница России официально переместилось до реки Кубань, в связи с этим решено было укрепить правый фланг по реке Кубань в 1778 г. и в этом же году на Кубань был направлен великий русский полководец А.В. Суворов, под руководством которого строилась Кубанская линия. Кубанская линия – система оборонительных пограничных укреплений, возведенных в 1794 г. наряду с Черноморской кордонной линией для прикрытия русских поселений от набегов закубанских народов (рис. 1). Между укреплениями и казачьими станицами находились посты и пикеты.



Рисунок 1 – Схема укрепления Кубанской линии (1778–1792 гг.)

Особенности расположения первых поселений нашли отражение в их названиях: станицы возникли на местах старых укреплений и редутов и были построены «в линию» вдоль рек Кубани (Старая Линия, 1794 г.) и Лабы (Новая Линия, 1841 г.). Позже началось заселение междуречья, что способствовало формированию линейно-узловой системы поселений, определяющей их размеры и конфигурацию. Линейные станицы, как правило, были больше черноморских. В начале освоения, из-за угрозы нападений, мелкие хуторские хозяйства не возникали. Однако с устранением этой угрозы на удаленных участках стали появляться хутора.

Преобладание регулярной улично-квартальной планировки объясняется строгими нормами, установленными войсковым командованием с момента основания поселений. В условиях постоянной опасности линейные станицы оказывались более приспособленными к военным условиям по сравнению с черноморскими куренями. Исторические документы, новые архивные данные и исследования предшественников позволяют сделать вывод о универсальности планировочной организации и систем укреплений первых линейных поселений.

План большинства линейных станиц, как и донских, заложенных в конце XVIII – начале XIX века, представлял собой правильный прямоугольник. Система укреплений (защитный ров, вал, двойной плетень с земляной засыпкой, накрытый колючими кустарниками или частоколом) располагалась по периметру поселения, а в некоторых станицах на углах оборонительной ограды устанавливали пушки. В центре станицы находилась площадь для сборов по тревоге и общественных мероприятий [5]. Главным зданием на площади был храм, который также исполнял функции штаба. Традиционно вокруг храма возводили кирпичную ограду с продольными отверстиями для удобства ведения огнестрельного боя. Окна храма напоминали бойницы, а двери были прочными и высокими, как ворота.

Пространственная организация подворья в линейных станицах характеризуется преобладанием оборонной направленностью и автономностью. Наряду с традиционной для донского казачества ориентацией жилья, встречается способ расположения дома, глухим фасадом на улицу, распространенный у горных народов и обеспечивающий большую защищенность. С этой же целью территория двора ограждалась укрепленным тыном. Занижения отмечены так же, в использовании линейных казачьих хо-

зяйственных построек, традиционных для горных (адыгских) народов. Одновременно с этим в исторических описаниях хозяйственных построек, расположенных в усадьбе, встречается название «баз», характерное для донского казачества. Для открытой усадьбы (донское, украинское влияние) характерной являлась павильонная и смешанная застройка. В закрытом дворе (характерен для поселений бывших крестьян-однодворцев) применялась блокированная и смешанная застройка.

После окончания Кавказской войны во второй половине XIX – начале XX в. наибольшее распространение получает многокамерное жилище, характеризующееся круговой моделью пространственной организации: формой плана близкой к квадрату (размеры составляли от 9 × 9 до 12,5 × 13,5 аршин), центральным расположением печи, двумя входами, галереей по всей длине бокового фасада. Жилища, характеризующиеся линейной модальностью пространственной организации, остались достоянием беднейших хозяев. Таким образом, во второй половине XIX в. преобладающим типом жилища был круглый дом, что связано с влиянием донского казачества.

К тому же территория Кубани, значительно отличающаяся по природно-климатическим условиям от средней и тем более северной полосы России, характеризуется иными формами расселения, планировочными особенностями самих поселений.

Отрицательные значения температуры воздуха непродолжительны, снежный покров в зимнее время незначителен, лето отличается высокой температурой и интенсивностью солнечной радиации – все это определяет необходимость защиты жилой среды в холодное время года и защиты от излишнего перегрева в теплый период. Преимущественно равнинный ландшафт с крупной гидрографической сетью, большие открытые незалесенные пространства, исключительно благоприятные условия для сельского хозяйства в сочетании с климатическими условиями определили региональные черты в архитектурно-планировочной организации сельской среды обитания [6]. В противоположность северу с его редкоочаговыми формами расселения здесь исторически формировались крупнонаселенные формы. Жизненная необходимость более рационального использования ценных пахотных земель в хозяйстве определила ленточные формы расселения по балкам, прибрежным зонам рек, реже по водоразделам. Наиболее характерная региональная особенность – крупность поселений (встречаются казачьи станицы с населением до 10 тыс. человек и более). Большая протяженность линейно развивающихся поселений с двумя-тремя параллельными улицами определила необходимость поперечных улиц, т.е. привела к возникновению квартальной планировочной структуры.

В Черноморском казачьем войске долгое время все курени, находящиеся ближе к реке Кубани, располагали достаточным пахотным клином, и на каждого казака приходилось до 30 десятин. Быстрый экономический рост региона обеспечил стремительные изменения в сфере землепользования во второй половине XIX в., Кубанская область превращается в крупнейшего регионального экспортера зерна и другой сельскохозяйственной продукции из Российской империи. Экономический рост обуславливался притоком на Кубань иногороднего населения и активным формированием арендных отношений [7].

Таким образом, анализ процесса становления системы казачьих поселений на территории Кубани (конец XVIII – середина XIX в.) показал, что к середине XIX в. здесь были сформированы две архитектурные традиции черноморская и линейная. Для выявления технологий и механизмов взаимодействия традиций, обозначены характерные черты в архитектуре черноморских и линейных поселений, усадьб, жилищ, в процессе взаимодействия которых формировалась самобытная кубанская архитектура.

Процессы складывания пространственной среды в разных населенных местах на территории Кубани протекали поэтапно по различным сценариям, но неизменно отражались практически все приметы хозяйственного и культурного края.

Литература

1. Петров В.И. Хозяйственно-экономическое развитие Кубани и переселенческий процесс в регионе / В.И. Петров, А.В. Жинкин // Вестник Академии знаний. – 2013. – № 1(4). – С. 169–171.

2. Бугай Н.Ф. Курень, куренное поселение, станица: основа Кубанского казачьего Войска и Краснодарского края // Наследие веков. – 2017. – № 4(12). – С. 15–28.
3. Казачинский В.П. Архитектура и гардостроительство Кубани XIX–XX вв. Архитектура Кубани. – Краснодар : ЮИМ, 2002. – 95 с
4. Хихлуха Л.В. Архитектурная российского села: региональный аспект. – М. : Архитектура С, 2005 – 208 с.
5. Чемякин Е.А. Исторические традиции казачьего самоуправления в России: историко-правовой аспект. – Волгоград : ГУ «Издатель», 2002.
6. Апостолов Л.Я. Географический очерк Кубанской области. – Краснодар, 2010. – 320 с.
7. Субботин О.С. Ландшафтно-типографические особенности Кубани в контексте становления городов и поселений // Вестник ВолгГасу. Строительство и архитектура. – 2013. – № 33 (52). – С. 218–224.

References

1. Petrov V.I. Economic and economic development of Kuban and the resettlement process in the region / V.I. Petrov, A.V. Zhinkin // Bulletin of the Academy of Knowledge. – 2013. – № 1(4). – P. 169–171.
2. Bugai N.F. Kuren, kurenne settlement, stanitsa: the basis of the Kuban Cossack Army and the Krasnodar Territory // Legacy of Centuries. – 2017. – № 4(12). – P. 15–28.
3. Kazachinsky V.P. Architecture and urban planning of Kuban of the XIX–XX centuries. Architecture of Kuban. – Krasnodar : YUIM, 2002 – 95 p.
4. Khikhlukha L.V. Architectural architecture of the Russian village: a regional aspect. – M. : Architecture With, 2005. – 208 p.
5. Chemyakin E.A. Historical traditions of Cossack self-government in Russia: a historical and legal aspect. – Volgograd : Publishing House, 2002.
6. Apostolov L.Ya. Geographical sketch of the Kuban region. – Krasnodar, 2010. – 320 p.
7. Subbotin O.S. Landscape and typographic features of Kuban in the context of the formation of cities and settlements // Bulletin of the Volga State University. Construction and Architecture. – 2013. – № 33(52). – P. 218–224

УДК 94

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ГОРОДОВ ПОСЛЕ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ: ВОЗРОЖДЕНИЕ СТАЛИНГРАДА, ЛЕНИНГРАДА

♦♦♦♦♦

REBUILDING CITIES AFTER THE GREAT PATRIOTIC WAR: THE REVIVAL OF STALINGRAD, LENINGRAD

Лаврентьева Марина Андреевна
кандидат исторических наук,
доцент,
доцент кафедры,
Кубанский государственный технологический университет
tabar1@rambler.ru

Волковская Е.В.
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
katevolk03@mail.ru

Дубиненко Никита Андреевич
лаборант,
Кубанский государственный технологический университет
nikita-dubinenko@yandex.com

Аннотация. В статье исследуется процесс послевоенного восстановления трех ключевых советских городов-героев – Ленинграда, Сталинграда, подвергшихся наиболее масштабным разрушениям в годы Великой Отечественной войны. Анализируются общие черты и специфические особенности их возрождения, определяемые геополитическим значением, степенью разрушений и историческим статусом. Проанализированы нормативные документы, регламентирующие реконструкцию городов.

Ключевые слова: восстановление городов, Великая Отечественная война, реконструкция, послевоенный период.

Lavrentieva Marina Andreevna
Candidate of Historical Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor of the Department,
Kuban State Technological University
tabar1@rambler.ru

Volkovskaya E.V.
Student,
Kuban State Technological University
katevolk03@mail.ru

Dubinenko Nikita Andreevich
Laboratory Assistant,
Kuban State Technological University
nikita-dubinenko@yandex.com

Annotation. The article examines the process of post-war reconstruction of three key Soviet hero cities – Leningrad, Stalingrad, which were subjected to the most extensive destruction during the Great Patriotic War. The general features and specific features of their revival are analyzed, determined by their geopolitical significance, the degree of destruction and historical status. The regulatory documents regulating the reconstruction of cities are analyzed.

Keywords: urban reconstruction, the Great Patriotic War, reconstruction, the post-war period.

После Великой Отечественной войны более 70 тыс. населённых пунктов в СССР подлежали восстановлению. Среди них были и небольшие города, и крупные, такие как Сталинград, Ленинград. При этом погибли почти 27 миллионов граждан страны советов, из которых большинство – молодые мужчины, т.е. огромная часть трудоспособного населения.

При восстановлении городов возникали трудности, мешавшие их реабилитации после Великой Отечественной войны:

– Нехватка жилья. Строительство домов отставало от роста городского населения, значительная часть горожан жила в коммуналках и бараках;

– Неравномерное снабжение городов потребительскими товарами. Лишь в Москве и Ленинграде удавалось создать некоторые их запасы;

– Слабая техническая оснащённость. Не хватало техники, значительную часть земляных и бетонных работ приходилось делать вручную.

18 марта 1946 года был подписан Закон «О пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946–1950 годы». Его основные задачи:

1. Обеспечить первоочерёдное восстановление и развитие тяжёлой промышленности и железнодорожного транспорта.

2. Добиться подъёма сельского хозяйства и промышленности.

3. Развивать строительную индустрию, уделить особое внимание внедрению передовой строительной техники и механизации строительных работ, а также созданию производственной базы по выпуску строительных механизмов.

4. Восстановление и дальнейшее строительство городов и сёл.
5. Поднять пищевую промышленность [2; 8–10 с.].

В итоге за одну пятилетку СССР решил три ключевые задачи:

– восстановил довоенный уровень хозяйства к 1948 году;
– обеспечил устойчивый рост благосостояния;
– совершил экономический рывок, заложив основы для развития атомной энергетики, ракетостроения и автоматизации производства [2].

В городах и рабочих посёлках восстановили и построили жилые дома общей площадью 88,3 млн м², в сельской местности – 112,6 млн м². Среди них были города Сталинград, Ленинград и многие другие населенные пункты, подвергшиеся разрушению [1].

Так как планы реконструкции городов в СССР начали создаваться ещё в годы войны, это облегчило их восстановление в послевоенное время, так как архитектурные мастерские уже работали над оценкой масштабов разрушений и предложениями по минимизации последствий.

Благодаря этому удавалось проанализировать ценность пострадавших зданий и принять решение о возможности их реконструкции либо сохранения. В ходе реализации проектов специалисты активно работали над устранением изъянов в планировке, выпрямлением улиц и созданием целостного архитектурного облика.

Рассмотрим историю восстановления более детально на примере городов Сталинград, Ленинград.

Сталинград

Сталинградская битва длилась ровно 200 дней: с 17 июля 1942 года по 02 февраля 1943-го. Бои велись буквально за каждый дом. Например, здание станции «Сталинград» только за сентябрь 1942 года переходило из рук в руки 15 раз. За время войны в Сталинграде было разрушено 41685 жилых домов и уцелело лишь 9,5 % довоенного фонда [3]. Практически все общественные и культурно–просветительские учреждения были также уничтожены.

В день окончания Сталинградской битвы, в городе осталось чуть больше 32 тыс. человек. Большинство из них проживало в трех районах: в Дзержинском – 3,1 тыс. человек, в Ворошиловском – 6,7 тыс., в Кировском – 22 тыс. человек. Кировский район, который тогда находился на самом юге города (сейчас южнее есть еще один – Красноармейский, образованный в 1944 году), оказался в стороне от основных боев.

А в самом эпицентре был Ерманский район (теперь – Центральный). До начала битвы там проживало около 50 тыс. мирных жителей, а 02 февраля 1943 года – 32 человека [3].

Центр города временно переместился в наиболее уцелевший Кировский район, где сохранилось более 7 тыс. жилых одноэтажных домов.

В городе и его окрестностях все еще находилось множество неразорвавшихся снарядов, бомб и минных полей. В исторических материалах указывается, что безопасно передвигаться по улицам стало возможно только к июлю 1945-го – через два с половиной года после окончания сражения.

Разрушение промышленной, социальной и транспортной базы Сталинграда стало существенной потерей для Советского Союза. Уже в декабре 1942 – январе 1943 городские и областные власти приняли решение о начале восстановительных работ, хотя бои в городе еще продолжались.

Практически сразу встал кадровый вопрос. Убыль населения была катастрофически велика.

На подготовку четкого плана поиска и привлечения рабочих рук времени не хватало. Сталинград нуждался в разминировании и разграждении, срочному сбору тел умерших. Для решения данных задач привлекались местное население и подразделения местной противовоздушной обороны (МПВО). Горисполком мобилизовал для сбора и захоронения останков всех жителей от 18 до 60 лет. Однако ведущей силой стали военнослужащие частей Красной армии, оставшиеся после боев.

Помимо своей основной цели – сбора и отгрузки трофеев для передачи их в действующую Красную армию, была выполнена одна из важнейших восстановитель-

ных задач – подготовка площадки под новое строительство. Для этого были убраны остатки разбитой военной техники, вооружения, интендантского имущества.

16 февраля 1943 г. в Сталинграде было снято осадное положение.

Ситуация начала меняться после принятия 04 апреля 1943 г. постановления Государственного Комитета Обороны (ГКО) «О первоочередных мероприятиях по восстановлению хозяйства Сталинграда и Сталинградской области».

В документе ставились задачи перед наркоматами СССР и РСФСР по введению в действие промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспорта, связи, городской инфраструктуры и культурно–бытового обслуживания трудящихся.

Объем работ был обозначен колоссальный. Намечены и основные пути формирования трудовых ресурсов Сталинграда: мобилизация, перераспределение специалистов на плановом пространстве СССР, подготовка кадров молодежи.

Участвовали в возрождении города и военнопленные. По постановлениям Сталинградского Государственного Комитета Обороны (СГКО) их привлекали к работам по разминированию, очистке территории, погрузочно-разгрузочного назначения. В мае 1943 г. на территории города был организован специальный производственный лагерь № 108. Использование труда военнопленных регламентировалось законодательной базой НКВД СССР.

В 1943 году в город прибыл архитектор Алексей Щусев, известный как автор Мавзолея Ленина и станции «Комсомольская» на Кольцевой линии московского метро. Щусев предложил «максимально сохранить планировочную структуру, используя все традиции данного города». Однако в конечном итоге было принято противоположное решение – создать новый город, оставив лишь уцелевшие здания в центре. Некоторые дома восстанавливали в том виде, в каком они были до Сталинградской битвы.

В июле пленум горкома Всесоюзной коммунистической партии (большевиков) (ВКП(б)) установил главное направление приложения труда добровольческих бригад – восстановление жилищно-коммунального хозяйства, учреждений народного образования и здравоохранения, водопровода и трамвайного хозяйства.

В 1943 г. возникло «Черкасовское движение» – патриотическое движение добровольческих бригад, основанное работницей детского сада Александрой Максимовной Черкасовой. 863 бригады «черкасовцев» выполнили около половины всего объема восстанавливаемого социально-культурного и жилищно-коммунального строительства: 8 детских садов, 25 школ, 5 больниц, 7 поликлиник, 12 детских яслей, 10 молочных кухонь и консультаций, 7 столовых, 2 клуба. Построены 10725 жилых и 10111 индивидуальных домов, 22 моста, 4 дамбы, 6,5 км² асфальтовой и 16,8 км² булыжных дорог.

В 1944 г. в городе трудилось уже 1200 бригад и отрядов добровольцев, которые объединяли свыше 20000 чел. [3].

В целом архитектурным обликом послевоенного Сталинграда занимался Василий Симбирцев, который приехал в город в 1944 году и остался до 1959 года. Он также известен как автор Театра Российской армии на Суворовской площади в Москве.

Согласно замыслу Симбирцева, город был выровнен вдоль Волги: если ранее улицы сходились к железнодорожному вокзалу и шли под углом к реке, то после войны появились четкие проспекты, ставшие продольными улицами, и упорядоченные кварталы.

Однако восстановление центра города затянулось – стало очевидно, что хаотичная застройка здесь невозможна, и Сталинград должен был обрести свое уникальное лицо, став городом-памятником. Тем не менее, некоторые здания восстанавливали местные жители своими силами. Наиболее значимым из них является дом Павлова. Считается, что его восстановили первым, сделали это «черкасовцы», в состав которых входили 19 женщин – работниц детского сада Дзержинского района, которые вышли на его восстановление 13 июня 1943 г.

В 1949 году в городе перешли к строительству капитального жилья вместо временного и отказались от бараков. В это время началось создание нового облика Сталинграда.

Однако даже в начале 1950-х годов проблема жилья оставалась крайне актуальной. Численность населения в 1951 году составляла 385 тыс. человек, общая жил-

площадь составляла 92 % от довоенной, но только треть домов были многоэтажными. Еще 23 % – это одноэтажный ведомственный фонд (то есть в основном бараки и финские дома). Остальное, как правило, частные дома низкого качества [3].

Руины в центре города сохранялись еще долго – например, до начала 1960-х простояли несколько стен шестиэтажного дома коммунальщиков, построенного в 1937 году на Привокзальной площади. В целом, восстановление Сталинграда заняло около 10 лет, но даже после этого в практически полностью разрушенном городе продолжали существовать множество проблем.

Ленинград

Блокада Ленинграда во время Великой Отечественной войны – одно из страшнейших событий в истории России. Военная блокада Ленинграда продолжалась в течение 872 дней. После ее снятия в городе оставалось около 580 тысяч человек. Хотя до войны население составляло более трех миллионов. От обстрелов и голода во время войны погибло 672 тысячи человек. Обстрелы и бомбежки разрушили треть жилого фонда, 840 зданий промышленных предприятий, две трети медицинских учреждений, половину школ [4]. Коммунальная инфраструктура была неработоспособна, что сделало восстановление города на Неве тяжелым испытанием для его жителей.

В первые послевоенные годы число ленинградцев пополнялось за счет реэвакуированных и демобилизованных, которых было не очень много из–за больших фронтовых потерь.

11 апреля 1944 года лидер ленинградских коммунистов Андрей Жданов на пленуме горкома ВКП(б) объявил о решении Государственного комитета обороны во главе со Сталиным восстановить Ленинград как столичный город, а также центр военной промышленности и точечного машиностроения

Генеральный план восстановления Ленинграда разрабатывался еще до войны – в 1935–1939 гг. К его претворению в жизнь приступили с 1939 г., под руководством главного архитектора Ленинграда Н.В. Баранова. В годы войны и блокады план был пересмотрен с учетом требований восстановления города, хотя реализация отдельных положений успешно продолжалась и в военный период. Окончательное утверждение состоялось лишь в 1948 г.

Тем не менее уже 25 декабря 1945 г. в докладе, посвященном возрождению и развитию Ленинграда, Н.В. Баранов охарактеризовал основные направления послевоенного восстановления Северной столицы. Одной из основных задач стало создание условий для возвращения горожан к мирной жизни, «творческой созидательной работе».

Среди поврежденных зданий были Зимний дворец, Адмиралтейство, Михайловский замок. Дотла сгорел Елагинский дворец, был разрушен Суворовский музей. Частично разрушен Екатерининский дворец в Пушкине и полностью уничтожен Большой дворец в Петергофе.

Сначала было принято решение восстанавливать дома с незначительными повреждениями, независимо от их местоположения. Затем планировалось восстановление зданий на основных магистралях, площадях и набережных Ленинграда. При этом дворовые корпуса, которые были полностью разрушены, и здания, уцелевшие лишь на 30 процентов, восстанавливать не планировалось. Сгоревшие мансарды не собирались воссоздавать, а подвалы решили не использовать для жилья, а переоборудовать под магазины и другие хозяйственные нужды.

Одними из первых были проведены работы по восстановлению жилого дома, расположенного на улице Гоголя. Активные работы велись на Невском проспекте и Гостином дворе. Первые месяцы для работы использовали кирпич, собираемый на месте разрушенных домов. Для того, чтобы привлечь больше работников, открывались ремесленные училища, выпускались брошюры и руководства. Восстановление промышленных объектов было первоочередным для страны, в Ленинграде налаживают производства сложной аппаратуры, радиостанций.

При восстановлении отдельных разрушенных зданий в основу был положен следующий принцип: если здание представляло собою архитектурно–художественную ценность, то разрабатывался проект реставрации внешнего облика, фасадов этого здания. Например, такие здания, как жилой дом на Мойке № 1, дом Лаваля, дом № 30

по Невскому и т.п., восстанавливаются в прежнем виде до их разрушения. При этом зачастую внутренняя планировка проектировалась с учетом современных требований. Архитектура таких восстанавливаемых зданий, как дома на улице Пестеля № 11, на улице Гоголя № 4, на Невском проспекте № 68, на Фонтанке № 127 и ряд других предполагала некоторые достройки самого здания и элементы нового строительства, которые бы улучшали внешний вид строения.

В целях успешного перехода к мирной жизни и налаживания культурного досуга горожан в структурах Ленгорисполкома (исполнительный комитет Ленинградского городского совета депутатов трудящихся) была проведена реорганизация. Еще до окончания войны, 15 марта 1945 г., был образован Отдел культурно-просветительной работы. В обязанности его работников входила организация культурного досуга горожан в условиях возвращения к мирной жизни.

«Положением об Отделе культурно–просветительной работы» декларировалось, что задачами работы Отдела являются учет, охрана, реставрация и использование исторических, архитектурных памятников и культурно-просветительских заведений.

Непосредственным результатом проведенных в 1940-х – 1950-х гг. ремонтно-реставрационных работ во дворцово-парковом комплексе Петродворца стало практически полное восстановление фонтанов Нижнего парка. Другим важнейшим событием стало постепенное открытие музеев – павильона «Эрмитаж» в 1952 г., введение в строй дворца «Монплезир» в 1958–1961 гг. и последующее открытие первых четырех залов. Одновременно реализовывалась реэвакуация музейных ценностей пригородных дворцов. Осложненная осенней распутицей, она затянулась до начала 1946 г.

В первые послевоенные годы в условиях острой нехватки жилья, строительных материалов, рабочей силы, в условиях неокрепших строительных организаций широкое распространение получила малоэтажная застройка, обеспечивающая быстрый ввод в эксплуатацию жилых площадей при относительно небольших затратах, отвечающая реальным возможностям маломощных застройщиков

Для районов малоэтажного строительства были определены окраины города. Это район Новой Деревни, приморский проспект, проспект Энгельса, район Щемиловки, Московской улицы и некоторые другие.

Но малоэтажная застройка лишь в небольшой степени могли решить проблему жилья в разрушенном городе.

В 1944–1945 году ленинградцы восстановили 1,6 миллионов квадратных метров жилья, 205 школ, десятки детских садов и яслей [4].

Согласно справке секретарю Ленинградского горкома ВКП(б) товарищу А.А. Кузнецову «О работе военной промышленности», в течение 1944 года в Ленинграде восстановили деятельность 13 заводов и 11 проектных и научно-исследовательских институтов.

Помимо запуска производства, необходимо было обучать рабочих. Еще 22 декабря 1943 года бюро горкома выпустило постановление «О подготовке квалифицированной рабочей силы на промышленных предприятиях г. Ленинграда».

В городе в основном использовалось печное отопление. И только в апреле 1946 года первые семь тысяч квартир ленинградцев получили газ.

В 1948 году был утвержден новый Генеральный план восстановления и развития Ленинграда, разработанный под руководством Н.В. Баранова и А.И. Наумова. В нём была развита идея концентрического радиально–лучевого развития по всем направлениям с сохранением исторического центра города. Предусматривалось развитие морского фасада Ленинграда от Стрельны до Автово и далее на север, большое значение уделялось развитию парковых территорий. Генеральный план также включал мероприятия восстановлению и развитию архитектурных ансамблей Пушкина, Павловска, Петродворца.

Послевоенный Генеральный план восстановления и развития Ленинграда не был воплощен полностью, в связи с тем, что главный архитектор города, Н.В. Баранов, а также многие представители ленинградского партийного актива были осуждены по «Ленинградскому делу».

Первоочередные мероприятия по восполнению причиненного фашистами ущерба были закончены к 1950 году.

Жилищное строительство в стране приобретало все больший размах. В Ленинграде в 1950 году по Плану должно было быть введено в строй 320 тысяч кв. м жилой площади. Такие темпы требовали применения новых эффективных методов возведения жилых зданий, дальнейшей индустриализации, повышения качества и снижения стоимости строительных работ.

К началу 1950-х годов в Ленинграде начали возводить 5–6-этажные каменные дома. Некоторые дома были достаточно комфортными, оснащенными лифтами, мусоропроводами и горячим водоснабжением. В середине 1950-х годов начался переход к индустриальному строительству.

Новые задачи потребовали пересмотра организации проектирования. Районы нового строительства были распределены между архитектурно–проектными мастерскими. Так, архитектурная мастерская под руководством А. Каменского занималась застройкой Кировского района и Автова, мастерская под руководством С. Сперанского проектировала здания на Московском проспекте, а архитектурные мастерские под руководством А. Баретчева и Н. Баранова разрабатывали проекты для Большой Охты и Приморского проспекта.

Благодаря такому распределению районов были созданы новые городские ансамбли, которые не только не вступали в противоречие с принципами объемно-пространственной организации исторического центра города, но и развили сложившуюся концепцию его градостроительного развития.

Вывод

Восстановление каждого города в послевоенный период имело свои особенности, обусловленные степенью разрушения, исторической значимостью и социально-экономическими условиями. Однако общими чертами стали стремление к комплексному восстановлению городской среды, сохранению культурного наследия и созданию новых функциональных пространств. Рассмотренные в данной статье градостроительные решения оказали значительное влияние на дальнейшее развитие городской среды, определив архитектурный облик и функциональное назначение городских пространств на десятилетия вперед.

Вклад людей в восстановление городов после Великой Отечественной войны был ключевым фактором в преодолении разрушений и возрождении страны. Их труд, самоотверженность и единство позволили быстро восстановить инфраструктуру, вернуть жизнь в разрушенные районы и заложить основы для дальнейшего развития. Этот героический подвиг стал символом стойкости и надежды народа, показав, что даже в самые трудные времена совместными усилиями можно преодолеть любые трудности и построить светлое будущее.

Литература

1. Проекты реконструкции городов после ВОВ. – URL : https://spravochnick.ru/arhitektura_i_stroitelstvo/proekty_rekonstrukcii_gorodov_posle_vvo (дата обращения 01.11.2025).
2. Закон о пятилетием плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946–1950 гг. – URL : https://istmat.org/files/uploads/52096/zakon_o_pyatiletnem_plane_vosstanovleniya.pdf (дата обращения 03.11.2025).
3. Восстановление Сталинграда в 1943–1945 гг.: проблема формирования и распределения трудовых ресурсов – URL : https://jeh.isi.mrsu.ru/assets/econ_hist _2017_38_5.pdf?ysclid= mhs2im49dv866148142 (дата обращения 02.11.2025).
4. Реализация Генерального плана восстановления и развития Ленинграда в части организации культурно-просветительной работы в 1945 г. – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/ realizatsiya-generalnogo-plana-vosstanovleniya-i-razvitiya-leningrada-v-chasti-organizatsii-kulturno-prosvetitelnoy-raboty-v-1945–g (дата обращения 01.11.2025).

References

1. Post-WWII Urban Reconstruction Projects. – URL : https://spravochnick.ru/arhitektura_i_stroitelstvo/proekty_rekonstrukcii_gorodov_posle_vvo (date of application 01.11.2025).

2. Law on the Five-Year Plan for the Restoration and Development of the National Economy of the USSR for 1946–1950. – URL : https://istmat.org/files/uploads/52096/zakon_o_pyatiletnem_plane_vosstanovleniya.pdf (date of application 03.11.2025).
3. Restoration of Stalingrad in 1943–1945: the problem of formation and distribution of labor resources – URL : https://jeh.isi.mrsu.ru/assets/econ_hist _2017_38_5.pdf?ysclid=mhs 2im49dv866 148142 (date of application 02.11.2025).
4. Implementation of the General Plan for the restoration and development of Leningrad in terms of organizing cultural and educational work in 1945 – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/ reali zatsiya-generalnogo-plana-vosstanovleniya-i-razvitiya-leningrada-v-chasti-organizatsii-kulturno-prosvetitelnoy-raboty-v-1945–g (date of application 01.11.2025).

УДК 796.332

ФУТБОЛ: ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ В РАБОТЕ ТРЕНЕРА: ДАННЫЕ, АНАЛИТИКА И ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ

♦♦♦♦♦

FOOTBALL: TECHNOLOGIES AND METHODS IN THE COACH'S WORK: DATA, ANALYTICS AND INDIVIDUALIZATION

Нагиев Илькин Тельман оглы
студент группы 25-КБ-ПР4,
факультет информационных технологий
и кибербезопасности,
Кубанский государственный технологический университет
Naghiyevilkin9@gmail.com

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

Аннотация. В статье рассматривается роль тренера в современном футболе с акцентом на технологические методы, аналитику данных и индивидуализацию подготовки. Анализируются современные подходы к сбору и интерпретации игровой статистики, использованию инструментов видеоанализа и разработке персонализированных тренировочных программ. Раскрывается влияние цифровых технологий на повышение эффективности тактической, технической и физической подготовки игроков. Материал обобщает современные тенденции спортивной науки и практики, предлагая рекомендации для тренеров различных уровней.

Ключевые слова: футбол, тренер, подготовка футболистов, анализ данных, индивидуализация тренировок, тренировочный процесс.

Naghiyev Ilkin Telman
Student of group 25-KB-PR4,
Faculty of Information Technology
and Cybersecurity,
Kuban State Technological University
Naghiyevilkin9@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 role of the coach in modern football with a focus on technological methods, data analytics, and the individualization of training. It analyzes contemporary approaches to collecting and interpreting match statistics, the use of video analysis tools, and the development of personalized training programs. The influence of digital technologies on improving the effectiveness of tactical, technical, and physical preparation of players is revealed. The material summarizes current trends in sports science and practice, offering recommendations for coaches at various levels.

Keywords: football, coach, training of football players, data analysis, individualization of training, training process.

Современный футбол представляет собой высоко динамичный вид спорта, где спортивный результат определяется комплексом факторов: физической кондицией, техническим мастерством, тактической дисциплиной и психологической устойчивостью команды. В этих условиях роль тренера трансформируется, интегрируя традиционный педагогический опыт с методами, основанными на данных и цифровых технологиях [1]. Тренер становится не только методистом и мотиватором, но и аналитиком, использующим большие массивы информации для принятия решений.

Значение технологий и аналитики в современном футболе. Популярность футбола предъявляет повышенные требования к эффективности подготовки.

Международные федерации, такие как FIFA и UEFA, отмечают рост значения объективных данных для планирования тренировочного процесса, управления нагрузкой и анализа соревновательной деятельности [2]. Современная практика основывается на сборе широкого спектра показателей, начиная от базовой игровой статистики (владение мячом, передачи, удары) до сложных метрик, характеризующих командное и индивидуальное поведение на поле.

Методы сбора и анализа данных. Научный подход к тренировке предполагает систематический сбор информации. Игровая и тактическая аналитика: Используются специальные программные платформы, позволяющие проводить детальный разбор матчей. Тренер и аналитики сегментируют игру на этапы (атака, оборона, переходы),

оценивают эффективность тактических схем, паттерны перемещения игроков и командную организацию. Видеоанализ стал стандартным инструментом для постматчевого разбора и подготовки к будущим противникам [3]. Контроль физической нагрузки: Применяются электронные средства контроля для регистрации показателей двигательной активности футболистов во время тренировок и матчей. Это позволяет объективно оценивать объем и интенсивность выполненных нагрузок, оптимизировать процессы восстановления и минимизировать риски перетренированности и травматизма [4].

Индивидуальная статистика: Формируются персональные профили игроков, включающие данные об успешности выполнения технических элементов (точность передач, эффективность единоборств), активности в определенных зонах поля и contribution к командным действиям.

Принцип индивидуализации в тренировочном процессе. На основе собранных данных строится персонализированный подход к подготовке каждого футболиста. Принцип индивидуализации учитывает: Функциональное состояние и физические кондиции: Тренировочные задания и нагрузка корректируются в зависимости от текущего состояния игрока, данных о его работоспособности и периоде восстановления. Игровую позицию и тактические задачи: Упражнения и тактическая подготовка дифференцируются для вратарей, защитников, полузащитников и нападающих, а также внутри этих групп в зависимости от конкретной роли. Сильные и слабые стороны технико-тактического мастерства: На основе видеоанализа и статистики разрабатываются индивидуальные коррекционные программы для совершенствования конкретных элементов игры (игра головой, обработка мяча, tackles) [5].

Рекомендации по внедрению технологий в работу тренера. Для эффективного использования данных и технологий необходимо: Интеграция данных в тренировочный цикл: Аналитическая информация должна напрямую влиять на содержание тренировок, планирование микро и мезоциклов. Наглядная визуализация для игроков: Использование графиков, схем и коротких видеофрагментов делает обратную связь для футболистов максимально понятной и действенной. Командная работа тренерского штаба: Внедрение технологий требует четкого распределения ролей между главным тренером, тренерами-аналитиками, специалистами по физподготовке и врачами.

Баланс между технологиями и педагогикой: Цифровые инструменты являются мощным дополнением, но не заменой тренерского чутья, личного общения и способности мотивировать игроков [6].

Заключение. Современная подготовка футболистов – это синтез традиционного тренерского искусства и технологий, основанных на данных. Комплексное использование аналитики, видео методов и индивидуального подхода позволяет значительно повысить точность планирования, эффективность тренировочного процесса и, как следствие, спортивный результат команды. Достичь слаженности этого коллектива помогают игровые виды спорта, которые развивают такие важные качества, как взаимовыручка и взаимопомощь, положительно сказываются на большинстве функциональных резервов организма [7, 8, 9]. Дальнейшее развитие спортивной науки будет способствовать появлению новых инструментов, делающих работу тренера еще более обоснованной и целенаправленной.

Литература

1. Garganta J. Trends of tactical performance analysis in team sports: bridging the gap between research, training and competition. Revista Portuguesa de Ciências do Desporto. – 2009.
2. Comment on 'Performance analysis in football: A critical review and implications for future research' / C. Carling [et al.] // Journal of Sports Sciences. – 2014.
3. Match analysis in football: a systematic review / H. Sarmento [et al.] // Journal of Sports Sciences. – 2014.
4. Buchheit M. Player-tracking technology: half-full or half-empty glass? / M. Buchheit, B.M. Simpson // International Journal of Sports Physiology and Performance. – 2017.
5. Bradley P.S. Match running performance fluctuations in elite soccer: indicative of fatigue, pacing or situational influences? / P.S. Bradley, T.D. Noakes // Journal of Sports Sciences. – 2013.

6. Williams A.M. Promoting a skills-based agenda in Olympic sports: The role of 'skill-acquisition' specialists / A.M. Williams, P.R. Ford // Journal of Sports Sciences. – 2009.
7. Питкин В.А. Игровые виды спорта в физическом развитии студентов / В.А. Питкин, М.Е. Захаров // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 4. – С. 350–452.
8. 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.
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. Garganta J. Trends of tactical performance analysis in team sports: bridging the gap between research, training and competition. Revista Portuguesa de Ciências do Desporto. – 2009.
2. Comment on 'Performance analysis in football: A critical review and implications for future research' / C. Carling [et al.] // Journal of Sports Sciences. – 2014.
3. Match analysis in football: a systematic review / H. Sarmento [et al.] // Journal of Sports Sciences. – 2014.
4. Buchheit M. Player-tracking technology: half-full or half-empty glass? / M. Buchheit, B.M. Simpson // International Journal of Sports Physiology and Performance. – 2017.
5. Bradley P.S. Match running performance fluctuations in elite soccer: indicative of fatigue, pacing or situational influences? / P.S. Bradley, T.D. Noakes // Journal of Sports Sciences. – 2013.
6. Williams A.M. Promoting a skills-based agenda in Olympic sports: The role of 'skill-acquisition' specialists / A.M. Williams, P.R. Ford // Journal of Sports Sciences. – 2009.
7. Pitkin V.A. Game Sports in the Physical Development of Students / V.A. Pitkin, M.E. Zakharov // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 4. – P. 350–452.
8. Pitkin V.A. Physical Culture Means in Improving the Body's Functional Reserves / V.A. Pitkin, I.G. Artemova // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2022. – № 4. – P. 452–453.
9. Cheremnykh N.A. The Impact of Physical Culture on the Effectiveness of Students' Academic Activities / N.A. Cheremnykh, V.A. Pitkin // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 2. – P. 430–432.

УДК 616-053

ВРОЖДЕННЫЙ ПОРОК СЕРДЦА. ДЕФЕКТ МЕЖПРЕДСЕРДНОЙ ПЕРЕГОРОДКИ: ЭТИОЛОГИЯ, ПОСЛЕДСТВИЯ И МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ

♦♦♦♦♦

CONGENITAL HEART DISEASE. ATRIAL SEPTAL DEFECT: ETIOLOGY, CONSEQUENCES, AND TREATMENT METHODS

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

Мамий София Руслановна
студент группы 25-ИТК-ТД1,
специальность: Торговое дело,
Кубанский государственный технологический университет
sophia.7997@mail.ru

Аннотация. Статья рассматривает этиологию, последствия и методы лечения дефекта межпредсердной перегородки, подчеркивая значимость ранней диагностики и адекватной терапии для улучшения качества жизни пациентов. Исследование данного порока сердца имеет не только клиническое, но и социальное значение, так как своевременная интервенция может значительно снизить уровень заболеваемости и смертности среди новорожденных с ВПС.

Ключевые слова: врожденные пороки сердца (ВПС), дефект межпредсердной перегородки (ДМПП), генетические факторы, наследственность, экологические факторы, тератогенные агенты, симптомы, диагностика, методы лечения, сердечная недостаточность, физическая активность, упражнения.

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

Mamiy Sofia Ruslanovna
Student of the 25-ITK-TD1 group,
Major: Trade,
Kuban State Technological University
sophia.7997@mail.ru

Annotation. The article discusses the etiology, consequences, and treatment methods of atrial septal defect, emphasizing the importance of early diagnosis and adequate therapy to improve the quality of life for patients. The study of this heart defect is not only clinically significant, but also socially important, as timely intervention can significantly reduce the morbidity and mortality rates among newborns with congenital heart defects.

Keywords: congenital heart defects (CHD), atrial septal defect (ASD), genetic factors, heredity, environmental factors, teratogenic agents, symptoms, diagnosis, treatment methods, heart failure, physical activity, exercise.

Дефект межпредсердной перегородки (ДМПП) – это врожденный порок сердца, при котором существует аномальное отверстие в перегородке, разделяющей правое и левое предсердия. Это состояние позволяет крови из левого предсердия (обогащенной кислородом) смешиваться с кровью из правого предсердия (дефицитной кислородом), что может привести к различным сердечно-сосудистым проблемам.

Этиология.

1. Генетические факторы

• Наследственные и спонтанные мутации: ДМПП может быть вызван как наследственными факторами, так и спонтанными мутациями;

• Ассоциация с синдромами: Некоторые синдромы, например, синдром Дауна и Эдвардса, имеют высокую связь с ВПС;

• Наследственность: Наличие случаев ВПС в семье увеличивает риск у новорожденных [1].

2. Экологические факторы

• Тератогенные агенты: Употребление алкоголя матерью и определенные лекарства могут вызвать аномалии сердечно-сосудистой системы [2];

• Вирусные инфекции: Инфекции, такие как краснуха, в первом триместре беременности увеличивают риск сердечно-сосудистых аномалий.

3. Механизмы развития

• Ошибки эмбрионального формирования: Дефекты могут возникать из-за генетических и экологических факторов, влияющих на развитие миокарда и сосудов.

Последствия.

1. Гемодинамические изменения. ДМПП приводит к смешению артериальной и венозной крови, что вызывает перегрузку правых отделов сердца. Это может привести к:

- Увеличению объема крови, поступающего в легкие;
- Увеличению легочного кровотока, что может вызвать легочную гипертензию [3].

2. Симптоматика. Симптомы могут варьироваться в зависимости от размера дефекта и степени перегрузки сердца:

- Легкая форма: Некоторым пациентам не требуется вмешательства, и они могут не испытывать никаких симптомов;
- Тяжелая форма: В более серьезных случаях возникают одышка, усталость, частые инфекции дыхательных путей и сердечная недостаточность.

Методы лечения.

Лечение ДМПП зависит от размера дефекта, возраста пациента и наличия сопутствующих заболеваний.

1. Наблюдение. Для небольших дефектов, не вызывающих симптомов, может быть рекомендовано тактическое наблюдение с регулярными обследованиями.

2. Медикаментозная терапия:

- Диуретики: могут быть назначены для уменьшения отеков;
- Ингибиторы: ангиотензин-преобразующего фермента (АПФ) могут быть использованы для контроля артериального давления и уменьшения нагрузки на сердце [4].

3. Хирургическое вмешательство. В случаях серьезного размера дефекта или появления симптомов показано хирургическое лечение:

- Операция закрытия дефекта: может быть выполнена как открытым, так и минимально инвазивным методом;
- Клапанное протезирование: трюк может включать также замену или реконструкцию клапанов, если они повреждены [5].

4. Интервенционные методы. В последние годы все более актуальными становятся интервенционные методы закрытия ДМПП с использованием специальной заслонки, помещаемой через катетер. Это менее инвазивный способ, позволяющий добиться хороших результатов с минимальным риском для пациента [6].

Физическая активность, упражнения. Дефект межпредсердной перегородки (ДМПП) является одним из наиболее распространенных врожденных пороков сердца, и его влияние на физическую активность пациента может варьироваться в зависимости от степени тяжести дефекта и наличия сопутствующих заболеваний. Рассмотрим, как физические упражнения могут повлиять на пациентов с ДМПП.

Положительное влияние физической активности.

- Улучшение сердечно- сосудистой функции: регулярные упражнения укрепляют сердце и повышают толерантность к нагрузкам;
- Повышение общего тонуса: упражнения увеличивают уровень энергии и улучшают качество жизни;
- Контроль веса: физическая активность помогает поддерживать массу тела и снижает нагрузку на сердце [7].

Рекомендации по упражнениям.

- Целевые виды активности: рекомендуются аэробные упражнения (ходьба, плавание, легкий бег) для повышения выносливости;
- Индивидуальный подход: программы тренировок должны учитывать особенности состояния пациента, избегая перегрузок [7].

Противопоказания и осторожность.

- Внимание к симптомам: отдышка, головокружение или боли в груди требуют корректировки нагрузки;
- Контроль врача: необходима консультация кардиолога перед началом физических нагрузок.
- Однако, одним из ключевых элементов, который может помочь поддерживать здоровье и повышать продуктивность, являются витамины. Витамины – жиз-

ненно важные вещества, необходимые нашему организму для поддержания многих его функций. Поэтому достаточное и постоянное поступление витаминов в организм с пищей крайне важно [3].

Дефект межпредсердной перегородки является серьезной врожденной аномалией, требующей внимания как со стороны кардиологов, так и хирургов. Обширные исследования в области этиологии, последствий методов лечения помогают оптимизировать подходы к данной патологии, повышая качество жизни пациентов.

Литература

1. Марелли А.Дж. Врожденный порок сердца у взрослых: обзор // JAMA Cardiology. – 2014.
2. Суман С. Употребление алкоголя матерями и врожденные пороки сердц // Американский журнал эпидемиологии. – 2012.
3. Червенков К.И. Влияние врожденных пороков сердца на качество жизни детей, связанное со здоровьем // Детская кардиология. 2016.
4. Ферт Е.К. Медикаментозное лечение врожденных пороков сердца // Кардиология у молодых. – 2013.
5. Кокрейн Э. Хирургическое лечение дефектов межпредсердной перегородки: обзор // Европейский журнал кардиоторакальной хирургии. – 2014.
6. Cheung E.W. Минимально инвазивные методы устранения дефектов межпредсердной перегородки. Обзор интервенционной кардиологии. – 2017.
7. Хуан С.С. Физические упражнения для пациентов с врожденными пороками сердца: систематический обзор // Журнал Американского колледжа кардиологов.
8. 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.

References

1. Marelli A.J. Congenital Heart Disease in the Adult: A Review // JAMA Cardiology. – 2014.
2. Suman C. Maternal Alcohol Consumption and Congenital Heart Defects // American Journal of Epidemiology. – 2012.
3. Tchervenkov C.I. Impact of Congenital Heart Defects on Children's Health-Related Quality of Life. Pediatric Cardiology. – 2016.
4. Firth E.C. Medications in Congenital Heart Disease // Cardiology in the Young. – 2013.
5. Cochrane E. Surgical Management of AtrialSeptal Defects: A Review // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 2014.
6. Cheung E.W. Minimally Invasive Techniques for Closure of Atrial Septal Defects // Interventional Cardiology Review. – 2017.
7. Huang S.S. Physical exercises for patients with congenital heart defects: a systematic review // Journal of the American College of Cardiology.
8. Pitkin V.A. Healthy lifestyle and proper nutrition for students / V.A. Pitkin, A.S. Sumskoy, S.R. Timoshenko // Science. Technic. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2023. – № 1. – P. 314–316.

УДК 616.12-008.331.1

ГИПЕРТОНИЯ: ЭТИОЛОГИЯ, ПОСЛЕДСТВИЯ И МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ

♦♦♦♦♦

HYPERTENSION: ETIOLOGY, CONSEQUENCES AND TREATMENT

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

Тамошин Данил
студент группы 25-НБ-ТТ2,
факультет нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
mr.tamoshin@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются причины, патофизиологические механизмы, клинические последствия и современные подходы к диагностике и лечению артериальной гипертонии. Описаны модифицируемые и немодифицируемые факторы риска, роль образа жизни (включая физическую активность и диету) в профилактике и контроле артериального давления, а также основные классы антигипертензивных препаратов и принципы их назначения. Приведены практические рекомендации по немедикаментозной терапии (снижение веса, ограничение соли, регулярная аэробная и силовая нагрузка, отказ от курения и ограничение алкоголя) и краткие указания по ведению резистентной гипертонии. Основные положения соответствуют международным рекомендациям и данным ВОЗ.

Ключевые слова: гипертония, артериальное давление, профилактика, лечение, физическая активность, антигипертензивная терапия.

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

Tamoshin Danil
Student of group 25-NB-TT2,
Faculty of Oil, Gas and Energy
Kuban State Technological University
mr.tamoshin@mail.ru

Annotation. This article reviews causes, pathophysiology, clinical consequences, and contemporary approaches to the diagnosis and management of arterial hypertension. It summarizes modifiable and non-modifiable risk factors, the role of lifestyle (including physical activity and diet) in prevention and control of blood pressure, and the main classes of antihypertensive medications and prescribing principles. Practical non-pharmacological recommendations (weight reduction, salt restriction, regular aerobic and resistance exercise, smoking cessation, alcohol moderation) and guidance for resistant hypertension are provided. Statements are aligned with WHO and recent European hypertension guidelines.

Keywords: hypertension, blood pressure, prevention, treatment, physical activity, antihypertensive therapy.

Артериальная гипертония (АГ) – одно из наиболее распространённых хронических заболеваний, являющееся ведущим фактором риска сердечно-сосудистой смертности и инвалидизации во всём мире. По данным Всемирной организации здравоохранения, гипертония остаётся «тихим убийцей»: значительная доля людей с повышенным давлением не знает о своей проблеме, а гипертония вызывает миллионы предотвратимых смертей ежегодно [1].

Эпидемиология и факторы риска. Распространённость гипертонии остаётся высокой – сотни миллионов взрослых во всём мире – и контролируется далеко не у всех пациентов. К немодифицируемым факторам риска относятся возраст, семейная предрасположенность и сопутствующие заболевания (например, хроническая болезнь почек, сахарный диабет). К модифицируемым – избыточный вес, несбалансированное питание (высокое потребление соли, насыщенных жиров), физическая инертность, злоупотребление алкоголем, курение и стресс. Мировые и региональные данные подтверждают необходимость масштабных профилактических мер [1].

Патофизиология. АГ развивается в результате сочетания генетической предрасположенности и внешних факторов: дисбаланс в работе симпатоадреналовой системы, нарушение сосудистой резистентности, дисфункция эндотелия, избыточный объем циркулирующей жидкости при задержке натрия, а также структурные изменения сосудистой стенки. Хронически повышенное давление приводит к ремоделированию сердца и сосудов, что повышает риск инфаркта, инсульта, сердечной недостаточности и почечной недостаточности [2].

Регулярная физическая нагрузка способствует укреплению сердечной мышцы и улучшению кровообращения. Во время выполнения упражнений сердце работает интенсивнее, перекачивая большее количество крови, что ведет к увеличению объема циркулирующей крови и расширению кровеносных сосудов. Это снижает риск развития гипертонии и атеросклероза, улучшает эластичность стенок артерий и вен, что уменьшает вероятность образования тромбов. Регулярные тренировки помогают снизить уровень холестерина в крови, особенно липопротеинов низкой плотности (ЛПНП), которые считаются «плохим» холестерином. Повышение уровня липопротеинов высокой плотности (ЛПВП), известного как «хороший» холестерин, также наблюдается после регулярных физических нагрузок. Несомненно, физические нагрузки являются важным фактором для здоровой жизни человека [3], к примеру, ведется разработка и постепенное внедрение современных здоровьесберегающих педагогических технологий [4], которые направлены на формирование культуры здорового образа жизни и предусматривают особенности преподавания физической культуры для отдельных групп обучающихся со слабым здоровьем [5].

Клинические последствия. Нелеченая или плохо контролируемая гипертония увеличивает риск ишемической болезни сердца, цереброваскулярных событий, прогрессирования хронической болезни почек, ретинопатии и сердечной недостаточности. Многие осложнения развиваются бессимптомно, поэтому ранняя диагностика и контроль АД имеют критическое значение [1].

Диагностика. Современные рекомендации подчёркивают важность стандартизованного измерения АД и использования замеров вне кабинета (домашний мониторинг, суточное мониторирование) для подтверждения диагноза и оценки контроля. Диагноз основывается на показателях среднего/повторного измерения с учётом метода измерения и наличия сопутствующих факторов риска [2].

Лечение и ведение пациента.

- Принципы лечения. Терапия направлена на достижение индивидуальных целевых уровней АД с учётом возраста, сопутствующих заболеваний и общей сосудистой риска. Комбинация немедикаментозных мер и, при необходимости, медикаментозной терапии является основой лечения [2];
- Немедикаментозная терапия. Рекомендуемые вмешательства: снижение массы тела при избыточной массе, ограничение потребления соли (обычно < 5–6 г/сут), потребление достаточного количества фруктов и овощей, умеренная физическая активность (см. раздел «Эффективность упражнений»), отказ от табака и ограничение алкоголя. Эти меры значительно снижают артериальное давление и сопутствующий риск [1];
- Фармакотерапия. Основные классы препаратов, рекомендованные для начала и поддерживающей терапии: ингибиторы ренина-ангиотензиновой системы (ингибиторы АПФ или ангиотензин-II рецепторные блокаторы – АРБ), блокаторы кальциевых каналов (ДП-БКК), тиазидоподобные диуретики и бета-блокаторы при определённых показаниях. Комбинированная терапия часто предпочтительнее монотерапии для быстрого достижения контроля давления. Для резистентной гипертонии добавление низкой дозы спиронолактона часто эффективно [2].

Эффективность упражнений. Регулярная физическая активность – одна из ключевых немедикаментозных стратегий контроля АД. Аэробная тренировка (ходьба, бег, велосипед, плавание) 150–300 минут умеренной интенсивности в неделю или 75–150 минут высокой интенсивности способствует снижению систолического и диастолического АД. Силовые тренировки 2–3 раза в неделю также полезны, а комбинация аэробных и силовых нагрузок даёт устойчивый эффект. Важны постепенность и индивидуализация нагрузки, особенно у пожилых пациентов и у лиц с сопутствующей сердечно-сосудистой патологией. Рекомендации современных европейских руководств подчёркивают использование физических нагрузок как базиса профилактики и лечения [2].

Рекомендации по домашнему контролю и наблюдению. Домашнее и амбулаторное суточное мониторирование АД помогают выявить «маскированную» и «ликвидируемую» гипертонию, оценить эффективность терапии и улучшить комплаентность пациента. Регулярные визиты к врачу и самоконтроль являются составной частью успешного лечения [2].

Диагностика. Современные рекомендации подчёркивают важность стандартизованного измерения АД и использования замеров вне кабинета (домашний мониторинг, суточное мониторирование) для подтверждения диагноза и оценки контроля. Диагноз основывается на показателях среднего/повторного измерения с учётом метода измерения и наличия сопутствующих факторов риска [1, 6, 7].

Литература

1. Всемирная организация здравоохранения. Гипертония – информационный бюллетень. ВОЗ. Доступно онлайн.
2. Рекомендации ESH по лечению артериальной гипертонии 2023 г. / Г. Мансия [и др.] // Журнал «Гипертония». – 2023.
3. 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.
4. Питкин В.А. Здоровый образ жизни как модная тенденция в жизни студентов / В.А. Питкин, Т.В. Дробот // Наука техника и технологии (Политехнический вестник). – 2022. – № 1. – С. 243–245.
5. 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.
6. Рекомендации ESC/ESH по лечению артериальной гипертонии 2018 г. // Европейский кардиологический журнал // Журнал гипертонии. – 2018.
7. Центры по контролю и профилактике заболеваний (CDC). Факты и статистика о высоком кровяном давлении (обзор и данные).

References

1. World Health Organization. Hypertension – Fact Sheet. WHO. Available online.
2. 2023 ESH Guidelines for the Management of Arterial Hypertension / G. Mancia [et al.] // Hypertension Journal. – 2023.
3. Eremenko V.N. The Role of Physical Culture in Human Life / V.N. Eremenko, A.S. Medvedeva, A.A. Levchenko // Research Azimuth: Pedagogy and Psychology. – 2019. – Vol. 8. – № 3(28). – P. 353–355.
4. Pitkin V.A. Healthy Lifestyle as a Fashionable Trend in Students' Lives / V.A. Pitkin, T.V. Drobot // Science, Technology and Technology (Polytechnic Bulletin). – 2022. – № 1. – P. 243–245.
5. Pitkin V.A. Formation of a Healthy Lifestyle Culture in the System of Continuous Education. Scientific Notes of P.F. Lesgaft University. – 2022. – № 7(209). – P. 316–321.
6. ESC/ESH Guidelines for the Treatment of Arterial Hypertension 2018 // European Journal of Cardiology // Journal of Hypertension. – 2018.
7. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). High Blood Pressure Facts and Statistics (Overview and Data).

УДК 378.046.2

АДАПТАЦИЯ СТУДЕНТОВ ПЕРВОГО КУРСА К УСЛОВИЯМ ВУЗА (НА ПРИМЕРЕ КУБАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА)

♦♦♦♦♦

ADAPTATION OF FRESHMEN TO THE UNIVERSITY ENVIRONMENT (A CASE STUDY OF KUBAN STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY)

Телин ДаниилАлексеевич
студент группы 25-НБ-ТТ2,
факультет нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
daniil.telin@mail.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 вхождения студентов-первокурсников в образовательное пространство университета. Центральное внимание уделено комплексному анализу психологических, социально-коммуникативных и дидактических аспектов адаптации. Рассмотрена интегрированная роль кураторской поддержки, психологической службы, наставничества и цифровой инфраструктуры КубГТУ в формировании эффективной среды для личностного и академического развития студентов начальных курсов. Приведены результаты анализа современных научных публикаций по проблемам мотивации, социализации и преодоления дезадаптации в высшей школе.

Ключевые слова: адаптационный период, студент-первокурсник, психологическое сопровождение, учебная мотивация, социальная интеграция.

Telin Daniil Alekseevich
Student of group 25-NB-TT2,
Faculty of Oil, Gas and Energy
Kuban State Technological University
daniil.telin@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 explores the multi-faceted process of freshmen integration into the university system. The study focuses on the interconnected mechanisms of social, psychological, and pedagogical adaptation implemented at Kuban State Technological University (KubSTU). Key institutional practices, such as tutoring, psychological counseling, peer mentorship, and the use of digital learning ecosystems, are analyzed for their role in mitigating adaptation risks. The research is based on a review of contemporary scholarly works addressing student motivation, socialization, and resilience building in higher education.

Keywords: freshman adaptation, academic integration, psychological adjustment, student support services.

Введение. Успешная интеграция студентов-первокурсников в университетскую среду представляет собой критически важный этап, определяющий дальнейшую академическую успеваемость и профессиональное самоопределение. Данный период сопряжён с кардинальной трансформацией привычного образа жизни: изменением социального окружения, интенсивности и методов учебной деятельности, а также возрастанием уровня личной ответственности. Проблема адаптации приобретает особую остроту в технических университетах, подобных Кубанскому государственному технологическому университету (КубГТУ), где высокие объёмы учебной нагрузки и специфика требований создают дополнительный стрессовый фон для вчерашних школьников.

Теоретические основы адаптации.

В психолого-педагогической науке адаптация понимается как динамичный процесс активного взаимодействия личности с изменяющейся средой, направленный на достижение психологического равновесия и сохранение функциональной эффективности [3]. Применительно к первокурсникам данный процесс носит полиструктурный характер, охватывая эмоционально-волевую, познавательную, социальную и профориентационную сферы. Наибольшие сложности, как отмечают исследователи, возникают в области формирования навыков саморегуляции, поддержания устойчивой учебной

мотивации, выстраивания новых межличностных отношений и управления стрессом [4].

Система адаптационных мер в КубГТУ. Для минимизации проблем адаптации в Кубанском государственном технологическом университете реализуется комплексная программа, включающая:

– Институт кураторства и тьюторского сопровождения учебных групп;

– Специализированные тренинги, направленные на развитие надпрофессиональных компетенций (soft skills);

– Вовлечение студентов в деятельность органов самоуправления и тематических клубов;

– Консультативную помощь со стороны психологической службы и Центра развития карьеры;

– Программу наставничества, в которой задействованы студенты старших курсов [5].

Технологическая составляющая данной системы базируется на использовании цифровых платформ (Moodle, LMS «Цифровой КубГТУ»), интерактивных форматов проведения занятий и методов case-study [6].

Психологический и социальный аспекты. Психологическая адаптация предполагает целенаправленное развитие у студентов стрессоустойчивости, коммуникативной компетентности и навыков эмоциональной регуляции [7]. Для первого семестра характерен повышенный уровень ситуативной тревожности и неуверенности, которые усугубляются в условиях дефицита социальной поддержки [4]. В КубГТУ указанным вопросам уделяется системное внимание: проводятся диагностические исследования уровня адаптированности и мотивации, организуются индивидуальные и групповые консультации психолога.

Современные образовательные методики, такие как модульно-рейтинговая система, проектная и проблемно-ориентированная (PBL) деятельность, активно применяемые в университете, также стимулируют познавательную автономию и ответственность студентов [8; 9].

Социальная вовлечённость признаётся одним из ключевых факторов, ускоряющих процесс адаптации и снижающих риски дезадаптивного поведения. В университете созданы условия для участия в волонтёрских проектах, спортивных секциях, работе студенческого научного общества (СНО) и различных творческих коллективах, что способствует формированию чувства принадлежности и профессиональной идентичности [10].

Модель трёхуровневой социальной интеграции. Эффективность социальной адаптации может быть описана через модель последовательного расширения круга контактов, где каждый уровень характеризуется определённой глубиной взаимодействия и выполняет двойственную функцию – служит ресурсом, но может стать и ограничителем.

Круг 1: Нейтрально-безопасные контакты. На начальном этапе (1–2 недели) взаимодействие носит ситуативный и формальный характер: приветствия, уточнение организационных вопросов, наблюдение за групповыми нормами. Задача – снизить первоначальную напряжённость и ощутить базовую безопасность в новой среде. Однако закрепление только на этом уровне препятствует дальнейшей интеграции.

Круг 2: Деловое (функциональное) взаимодействие. Контакты возникают в рамках общей учебной или внеучебной деятельности: совместное выполнение проектов, обсуждение в рамках семинаров, участие в рабочих собраниях. Это позволяет строить отношения, минимизируя личностные риски, и является мостом к более глубоким связям. Длительное пребывание в рамках только делового общения может привести к эмоциональной отстранённости.

Круг 3: Значимые социальные связи. Формируются на основе общих интересов, ценностей и взаимного доверия. Студент принимает активную роль в микрообществах (как организатор, эксперт, инициатор). На этом уровне возникает поддерживающая дружеская среда, однако здесь же присутствуют и риски более глубоких эмоциональных переживаний и конфликтов. Управление адаптацией, таким образом, заключается в гибком перемещении между этими уровнями в зависимости от ситуации и личных потребностей студента.

Заключение. Процесс адаптации первокурсников в КубГТУ представляет собой комплексную систему, затрагивающую учебную, психологическую и социальную сферы. Её результативность напрямую зависит от слаженного взаимодействия всех участников образовательного процесса: преподавательского состава, кураторов, психологов, наставников и самих студентов. Создание многоканальной поддерживающей среды является основополагающим условием для успешной академической и личностной реализации обучающегося в стенах университета.

Литература

1. Абдурахманова А.М. Психологическая адаптация студентов. – URL : https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36692343
2. Официальный сайт КубГТУ. Программа поддержки студентов первого курса. – URL : https:// kubstu.ru
3. Кулагина И.Ю. Психология развития. – URL : https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26232011
4. Питкин В.А. Адаптация студентов первого курса медицинского колледжа. Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2023. – № 7(221). – С. 249–254.
5. Бодров В.А. Психофизиология адаптации человека. – URL : https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22521457
6. LMS «Цифровой КубГТУ». Электронная образовательная среда. – URL : https://lms.kubstu.ru
7. Реан А.А. Психология личности и адаптации. – URL : https://elibrary.ru/item.asp?id=42385412
8. Панфилова А.П. Интерактивные технологии обучения. – URL : https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20398761
9. Кондаков А.М. Проектное обучение как средство адаптации студентов. – URL : https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22412112
10. Харламов И.Ф. Педагогика и социализация студентов. – URL : https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11094862

References

1. Abdurakhmanova A.M. Psychological adaptation of students. – URL : https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36692343
2. Official website of KubSTU. First-year student support program. – URL : https:// kubstu.ru
3. Kulagina I.Yu. Developmental psychology. – URL : https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26232011
4. Pitkin V.A. Adaptation of first-year students of medical college. Scientific notes of P.F. Lesgaft University. – 2023. – № 7(221). – P. 249–254.
5. Bodrov V.A. Psychophysiology of Human Adaptation. – URL : https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22521457
6. LMS «Digital KubSTU». Electronic Educational Environment. – URL : https://lms.kubstu.ru
7. Rean A.A. Psychology of Personality and Adaptation. – URL : https://elibrary.ru/item.asp?id=42385412
8. Panfilova A.P. Interactive Learning Technologies. – URL : https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20398761
9. Kondakov A.M. Project-based learning as a means of student adaptation. – URL : https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22412112
10. Kharlamov I.F. Pedagogy and socialization of students. – URL : https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11094862

Порядок публикации статьи

- Статья, предоставляемая для публикации в журнале, должна быть ранее неопубликованной, актуальной, обладать новизной, **тщательно вычитана**.
- Статья должна соответствовать **Правилам оформления**.
- Содержание статьи должно соответствовать тематикам рубрик журнала.
- В стоимость публикации входит один печатный экземпляр журнала, публикация в сетевой версии журнала (на сайте http://id-yug.com), почтовая доставка, сопровождение в системе РИНЦ.

Редакционный совет в течение 3–5 дней рассматривает предоставленную статью.В случае положительного решения о публикации редакция направляет Вам договор (оферта), счет (квитанцию) на оплату.

В случае необходимости редакция может затребовать предоставление заключения внутрифирменных служб экспортного контроля по материалам статьи.

Предоставляемая статья должна содержать следующие компоненты:

– Код УДК;
– Сведения об авторах (*рус./англ.*):
  а) фамилия, имя, отчество (полностью);
  б) ученая степень;
  в) ученое звание;
  г) должность, место работы (без сокращений);
  д) контактный телефон;
  е) контактный E-mail автора.
– Название статьи (*рус./англ.*);
– Аннотация (*рус./англ.*);
– Ключевые слова (*рус./англ.*);
– Основной текст статьи на русском языке (*рекомендуется не менее 3-х страниц*);
– Список литературы (*рус./англ.*).

Текст статьи должен быть набран в текстовом редакторе Word 1997–2007, шрифт Times New Roman, кегль – 14, межстрочный интервал – 1, абзацный отступ 1,25 см., все поля – 2,5 см, страницы не нумеровать, для выделений использовать *курсив*, **жирный шрифт, *а также их сочетание*.**

Таблицы набираются в текстовом редакторе Word 1997–2007, шрифт Times New Roman, кегль – 12. Таблицы нумеруются и подписываются. В тексте статьи указываются ссылки на таблицы.

Иллюстрации (рисунки, графики, диаграммы, фотографии) должны быть встроены в текст в виде картинок, в оттенках серого, разрешением 300 dpi. Иллюстрации нумеруются (нумерация сквозная арабскими цифрами) и подписываются. В тексте статьи указываются ссылки на иллюстрации.

Формулы набираются в редакторе формул Microsoft Equation 3.0. Все формулы должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами. Номера формул оформляются в круглых скобках.

Сноски оформляются постранично.

Ссылки на литературу оформляются в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 и ГОСТ 7.82-2001. Ссылки оформляются в порядке упоминания или цитирования в тексте в квадратных скобках арабскими цифрами.

Более подробную информацию можно получить на сайте www.id-yug.com

График выхода журнала и приема статей на 2026 г.

№ журнала	Прием статей до:	Выход журнала:
1	31 марта	14 апреля
2	30 июня	14 июля
3	29 сентября	13 октября
4	22 декабря	30 декабря

Общероссийская общественная организация
«Российская инженерная академия»

All-russian public organization
«Russian Engineering Academy»

НАУЧНЫЙ МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ЖУРНАЛ

НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ

(политехнический вестник)

2025, № 4

SCIENTIFIC MULTIDISCIPLINARY MAGAZINE

SCIENCE. ENGINEERING. TECHNOLOGY

(polytechnical bulletin)

2025, № 4

https://id-yug.com/

Редактор – О.Я. Фоменко

Оригинал-макет – М.Н. Гусева

Дизайн обложки – О.Я. Фоменко

Сдано в набор 23.12.2025.
Подписано в печать 29.12.2025.
Дата выхода в свет 30.12.2025.
Формат 60 x $84^{1}/_{8}$.
Бумага офсетная.
Печать riso.
Уч.-изд. л. 10,67
Тираж 500 экз.

Цена договорная

Отпечатано в ООО «Издательский Дом – Юг»
Россия, 350072, г. Краснодар,
ул. Зиповская 9, литер «Г», оф. 41/3

Заказ № 2636

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 23.12.2025.
It is sent for the press 29.12.2025.
Release date 30.12.2025.
Format 60 x $84^{1}/_{8}$.
Offset paper.
Riso press.
Ed.-prod. l. 10,67
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 № 2636

Ph.: +7(918) 41-50-571
e-mail: id-yug@ id-yug.com
Site: https://id-yug.com