

АСТ

ISSN 2782-232X (print)
ISSN 2713-0770 (online)

АРХИТЕКТУРА СТРОИТЕЛЬСТВО ТРАНСПОРТ

ARCHITECTURE • CONSTRUCTION • TRANSPORT



№ 2 (100)
2022

16+

Научно-информационный журнал «Архитектура, строительство, транспорт» посвящен рассмотрению широкого круга вопросов теоретического и практического характера, направленных на решение проблем в области архитектуры, строительства и транспорта. Цель журнала – создать доступное информационно-коммуникационное пространство для обсуждения новых знаний, подходов в данных сферах и внедрения научных и технических достижений в практику.

The scientific and information journal "Architecture, Construction, Transport" ("Arkhitectura, stroitel'stvo, transport") addresses a wide range of theoretical and practical issues aimed at solving problems of architecture, construction, and transport. The purpose of the journal is to create an accessible information and communication space for discussing new knowledge and approaches in these areas and introducing scientific and technical achievements into practice.

Журнал выходит 4 раза в год

Наименование и содержание рубрик журнала соответствуют отраслям науки и группам специальностей научных работников Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени.

- 2.1.1 Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки)
- 2.1.2 Основания и фундаменты, подземные сооружения (технические науки)
- 2.1.3 Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (технические науки)
- 2.1.4 Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов (технические науки)
- 2.1.5 Строительные материалы и изделия (технические науки)
- 2.1.8 Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей (технические науки)
- 2.1.9 Строительная механика (технические науки)
- 2.1.11 Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия (архитектура, технические науки, искусствоведение)
- 2.1.12 Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности (архитектура, технические науки)
- 2.5.5 Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки)
- 2.5.6 Технология машиностроения (технические науки)
- 2.5.11 Наземные транспортно-технологические средства и комплексы (технические науки)
- 2.5.21 Машины, агрегаты и технологические процессы (технические науки)
- 2.6.17 Материаловедение (по отраслям)
- 2.9.5 Эксплуатация автомобильного транспорта (технические науки)

The journal is published 4 times a year

The name and content of the journal sections correspond to the branches of science and groups of specialties of scientific workers according to the Nomenclature of Scientific Workers' Specialties for which academic degrees are awarded.

- 2.1.1 Construction structures, buildings and facilities (engineering sciences)
- 2.1.2 Bases and foundations, underground structures (engineering sciences)
- 2.1.3 Heat supply, ventilation, air conditioning, gas supply and illumination (engineering sciences)
- 2.1.4 Water supply sewerage, construction systems for water resources protection (engineering sciences)
- 2.1.5 Construction materials and products (engineering sciences)
- 2.1.8 Design and construction of roads, subways, airfields, bridges and transport tunnels (engineering sciences)
- 2.1.9 Structural mechanics (engineering sciences)
- 2.1.11 Theory and history of architecture, restoration and reconstruction of historical and architectural heritage (architecture, engineering sciences, art history)
- 2.1.12 Architecture of buildings and structures. Creative conceptions of architectural activity (architecture, engineering sciences)
- 2.2.5 Technology and equipment for mechanical, physical and technical processing (engineering sciences)
- 2.5.6 Machine-building technology (engineering sciences)
- 2.5.11 Ground transport and technological means and complexes (engineering sciences)
- 2.5.21 Machines, aggregates and technological processes (engineering sciences)
- 2.6.17 Materials science (by industry)
- 2.9.5 Operation of motor transport (engineering sciences)

Учредители журнала

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» (издатель)
Главное управление строительства Тюменской области

Редакционная коллегия

Мальцева Татьяна Владимировна, д. ф.-м. н., профессор, Тюменский индустриальный университет, Тюмень – **главный редактор**

Абдураманов Абдуманап Абдукаримович, д. т. н., профессор, Таразский региональный университет им. М. Х. Дулати, Тараз (Республика Казахстан)

Амирзода Ориф Хамид, д. т. н., доцент, Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана, Душанбе (Республика Таджикистан)

Арынов Калдыбай Канаевич, доктор архитектуры, профессор, Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, Нур-Султан (Республика Казахстан)

Асенов Асен Цветанов, PhD, доцент, Русенский университет имени Ангела Кынчева, Русе (Болгария)

Барсуков Владимир Георгиевич, д. т. н., доцент, Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Гродно (Республика Беларусь)

Бартоломей Леонид Адольфович, д. т. н., профессор, Тюменский индустриальный университет, Тюмень

Бородинец Анатолий Викторович, д. т. н., профессор, Рижский технический университет, Рига (Латвия)

Ватин Николай Иванович, д. т. н., профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург

Волков Андрей Анатольевич, д. т. н., профессор, член-корреспондент РААСН, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва

Грдич Зоран, д. т. н., профессор, Нишский университет, Ниш (Сербия)

Гунасекаран Мурали, PhD, доцент, Университет SASTRA, Танджавур (Индия)

Захаров Николай Степанович, д. т. н., профессор, Тюменский индустриальный университет, Тюмень

Ковенский Илья Моисеевич, д. т. н., профессор, Тюменский индустриальный университет, Тюмень

Мамян Заруи Генриховна, кандидат архитектуры, профессор, Национальный университет архитектуры и строительства Армении, Ереван (Республика Армения)

Миронов Виктор Владимирович, д. т. н., профессор, Тюменский индустриальный университет, Тюмень

Менендес Пидаль Игнасио, PhD, профессор, Политехнический университет Мадрида, Мадрид (Испания)

Мерданов Шахбуба Магомедкеримович, д. т. н., профессор, Тюменский индустриальный университет, Тюмень

Овчинников Игорь Георгиевич, д. т. н., профессор, действительный член Академии транспорта РФ, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь

Панфилов Александр Владимирович, кандидат архитектуры, доцент, Департамент строительства, архитектуры и земельных отношений Администрации города Салехарда, Салехард

Райчик Марлена, д. т. н., профессор, Ченстоховский технологический университет, Ченстохова (Польша)

Сепехри Мехран, PhD, доцент, Технологический университет имени Шарифа, Тегеран (Иран)

Сладковски Александр Валентинович, д. т. н., профессор, Силезский технический университет, Катовице (Польша)

Соколов Владимир Григорьевич, д. т. н., профессор, Тюменский индустриальный университет, Тюмень

Тарасенко Александр Алексеевич, д. т. н., профессор, Тюменский индустриальный университет, Тюмень

Ци Чэнчжи, д. ф.-м. н., профессор, Пекинский университет гражданского строительства и архитектуры, Пекин (Китай)

Чекардовский Михаил Николаевич, д. т. н., профессор, Тюменский индустриальный университет, Тюмень

Редакционный совет

Набоков Александр Валерьевич, к. т. н., доцент, директор Строительного института, Тюменский индустриальный университет – **председатель**

Перевалов Павел Анатольевич, начальник Главного управления строительства Тюменской области

Воронцов Вячеслав Викторович, к. т. н., доцент

Кучерявый Алексей Александрович, директор ГАУ Тюменской области «Управление государственной экспертизы проектной документации»

Малышкин Александр Петрович, к. т. н., доцент кафедры строительных конструкций, Тюменский индустриальный университет

Нанака Виктор Николаевич, первый заместитель директора АО «ЮТЭК региональные сети»

Бабийчук Михаил Владимирович, председатель Правления СПО Союз «Строители ЯНАО»

Табанакоев Андрей Владимирович, председатель Тюменского отделения Союза архитекторов России

Редакция

Маслова Евгения Анатольевна – редактор
Николюк Светлана Анатольевна – дизайнер

Адрес редакции

625001, Тюмень, ул. Луначарского, 2, к. 117
Тюменский индустриальный университет
Телефон (3452) 28-37-50, e-mail: ast@tyuiu.ru

Адрес издателя

625000, Тюмень, ул. Володарского, 38
Тюменский индустриальный университет
Телефон (3452) 28-35-91

Дата выхода: 07.07.2022

Цена свободная

Отпечатано в ООО «Типография Вик»

625056, г. Тюмень, ул. Счастливая, 21, телефон: (3452) 38-86-88

Journal Founders

FSBEI HE "Industrial University of Tyumen" (**publisher**)
General Administration of Construction of the Tyumen region

Editorial Board

Tatyana V. Maltseva, D. Sc. in Physics and Mathematics, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen – **editor-in-chief**
Abdumanap A. Abduramanov, D. Sc. in Engineering, Professor, M. Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz (Republic of Kazakhstan)
Orif Kh. Amirzoda, D. Sc. in Engineering, Associate Professor, Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe (Republic of Tajikistan)
Kaldybay K. Arynov, D. Sc. in Architecture, Professor, L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, (Republic of Kazakhstan)
Asen Ts. Asenov, PhD, Associate Professor, "Angel Kanchev" University of Ruse, Ruse (Bulgaria)
Vladimir G. Barsukov, D. Sc. in Engineering, Associate Professor, Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno (Republic of Belarus)
Leonid A. Bartolomey, D. Sc. in Engineering, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen
Anatoliy V. Borodinec, D. Sc. in Engineering, Professor, Riga Technical University, Riga (Latvia)
Nikolay I. Vatin, D. Sc. in Engineering, Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg
Andrey A. Volkov, D. Sc. in Engineering, Professor, Corresponding Member of the RAACS, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow
Zoran Grdić, D. Sc. in Engineering, Professor, University of Niš, Niš (Serbia)
Murali Gunasekaran, PhD, SASTRA Deemed to be University, Thanjavur (India)
Nikolay S. Zakharov, D. Sc. in Engineering, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen

Ilya M. Kovenskiy, D. Sc. in Engineering, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen
Zarui G. Mamyan, C. Sc. in Architecture, Professor, National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan (Republic of Armenia)
Viktor V. Mironov, D. Sc. in Engineering, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen
Ignacio Menendez Pidal, PhD, Professor, Madrid Polytechnic University, Madrid (Spain)
Shakhbuba M. Merdanov, D. Sc. in Engineering, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen
Igor G. Ovchinnikov, D. Sc. in Engineering, Professor, Full Member of the Academy of Transport of Russian Federation, Perm National Research Polytechnic University, Perm
Alexander V. Panfilov, C. Sc. in Architecture, Associate Professor, Department of Construction, Architecture and Land Relations of the Administration of Salekhard, Salekhard
Marlena Rajchik, D. Sc. in Engineering, Professor, Czestochowa University of Technology, Czestochowa (Poland)
Mehran Sepehri, PhD, Associate Professor, Sharif University of Technology, Tehran (Iran)
Alexander V. Sladkovski, D. Sc. in Engineering, Professor, Silesian University of Technology, Katowice (Poland)
Vladimir G. Sokolov, D. Sc. in Engineering, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen
Alexander A. Tarasenko, D. Sc. in Engineering, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen
Chengzhi Qi, D. Sc. in Physics and Mathematics, Professor, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing (China)
Mikhail N. Cherkardovskiy, D. Sc. in Engineering, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen

Editorial Council

Alexander V. Nabokov, C. Sc. in Engineering, Associate Professor, Director of the Construction Institute, Industrial University of Tyumen – **Chairman**
Pavel A. Perevalov, Head of the General Administration of Construction of the Tyumen region
Vyacheslav V. Vorontsov, C. Sc. in Engineering, Associate Professor
Alexey A. Kucheryavy, Director of the State Autonomous Institution of the Tyumen Region "Department of State Expertise of Project Documentation"

Alexander P. Malyshkin, C. Sc. in Engineering, Associate Professor at the Department of Building Constructions, Industrial University of Tyumen
Viktor N. Nanaka, First Deputy Director of "UTEK-RS" JSC
Mikhail V. Babychuk, Chairman of the Board of the SRO Soyuz "Stroiteli YaNAO"
Andrey V. Tabanakov, Chairman of the Tyumen Branch of the Union of Architects of Russia

Edition

Evgeniya A. Maslova – editor
Yuliya Yu. Nikolaeva – editor
Svetlana A. Nikol'yuk – designer

Editorial office

625001, Tyumen, 2 Lunacharskogo St., office 117
Industrial University of Tyumen
Phone (3452) 28-37-50, e-mail: ast@tyuiu.ru

Publisher address

625000, Tyumen, 38 Volodarskogo St.
Industrial University of Tyumen
Phone (3452) 28-35-91

Содержание

Архитектура

Л. В. Глебушкина, А. А. Даутова

Креативный подход к продвижению бренда университета 6

А. А. Третьякова, А. Н. Федоров

Проектное предложение по реновации территории речного порта города Тюмени 16

Строительство

А. В. Ерофеев, А. А. Морковин, Т. И. Горохов

Построение и проверка адекватности уравнения регрессии прочности
на растяжение при изгибе от соотношения компонентов композитного материала 30

В. Е. Румянцева, Д. А. Панченко, Ю. Ф. Панченко

Разработка состава сухой штукатурной смеси на основе извести 39

В. Г. Соколов, И. О. Разов, Е. И. Лободенко, С. И. Волынец

Свободные колебания тонкостенного двухслойного трубопровода
с учетом влияния продольной сжимающей силы при полуподземной прокладке 47

А. В. Кушнин, Р. И. Шенкман

Современные тенденции в сфере малоэтажного энергоэффективного строительства 58

Транспорт

Е. А. Близнякова, А. В. Куликов

Моделирование процесса перевозки меда с оптового склада
в розничные магазины г. Волгограда 66

Г. В. Абакумов, А. В. Писцов

Нормативно-правовые особенности применения дорожных знаков 5.15.1, 5.15.2
и разметки 1.18 на участках дорог с движением маршрутных транспортных средств 78

Вектор науки

О. Ф. Данилов, Д. Р. Николаева, В. О. Доманский, М. О. Захарова

Задача разработки интеллектуальной автоматизированной системы
подбора персонала «умного» предприятия строительной отрасли 86

О. В. Ашихмин, А. П. Шестакова

Цифровизация процессов принятия технологических и проектных решений
в современном строительстве 95

Информация для авторов

Правила подготовки рукописи (на русском языке) 104

Правила подготовки рукописи (на английском языке) 106

Contents

Architecture

L. V. Glebushkina, A. A. Dautova

Creative approach to university brand promotion 6

A. A. Tretyakova, A. N. Fedorov

Project proposal for renovation of the territory of the river port of Tyumen 16

Construction

A. V. Erofeev, A. A. Morkovin, T. I. Gorokhov

Construction and verification of the adequacy of the regression equation
of the bending tensile strength from the ratio of composite material components 30

V. E. Rumyantseva, D. A. Panchenko, Iu. F. Panchenko

Development of a dry plaster mix based on lime 39

V. G. Sokolov, I. O. Razov, E. I. Lobodenko, S. I. Volynets

Free vibrations of a thin-walled two-layer pipeline, taking into account
the effect of the longitudinal compressive force in a semi-underground laying 47

A. V. Kushnin, R. I. Shenkman

Current trends in low-rise energy-efficient construction 58

Transport

E. A. Bliznyakova, A. V. Kulikov

Modeling the process of transporting honey from the wholesale warehouse
to retail stores in the city of Volgograd 66

G. V. Abakumov, A. V. Pistsov

Regulatory peculiarities of the use of road signs 5.15.1, 5.15.2
and marking 1.18 on road sections with traffic of fixed-route vehicles 78

Vector of science

O. F. Danilov, D. R. Nikolaeva, V. O. Domansky, M. O. Zakharova

The task of developing an intelligent automated recruitment system
for a "smart" company in the building industry 86

O. V. Ashikhmin, A. P. Shestakova

Digitalization of technological and design decision-making processes
in modern construction 95

Instructions for Authors

Manuscript preparation guidelines (In Russian) 104

Manuscript preparation guidelines (In English) 106

КРЕАТИВНЫЙ ПОДХОД К ПРОДВИЖЕНИЮ БРЕНДА УНИВЕРСИТЕТА

Л. В. Глебушкина, А. А. Даутова
Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

CREATIVE APPROACH TO UNIVERSITY BRAND PROMOTION

Lyudmila V. Glebushkina, Alina A. Dautova
Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. Авторами рассмотрены вопросы эффективного управления брендом Тюменского индустриального университета путем формирования маркетинговой стратегии, направленной на выявление инструментов, усиливающих брендинг, и позволяющей формировать яркие массовые коммуникации потенциальных и действительных потребителей с идеей бренда. Для выстраивания эмоциональной связи с брендом предложен креативный формат представления логотипа университета с использованием трансформатора Теслы. Особое внимание уделено вопросам рационального размещения логотипа в архитектурно-градостроительном ансамбле учебных корпусов вуза. Задачами проведения пилотажного маркетингового исследования стали: изучение отношения студентов и сотрудников вуза к логотипу и другим атрибутам бренда ТИУ и выявление их мнения о предлагаемой форме креативной подачи логотипа. Анализ результатов исследования показал, что необходимо усиление бренда университета путем расширения круга потребителей и межсубъектных

Abstract. The authors consider the issues of effective brand management of Industrial University of Tyumen by developing a marketing strategy aimed at identifying tools that enhance branding and allow forming vivid mass communications of potential and actual consumers with the brand idea. To build an emotional connection with the brand, the authors suggest a creative format for presenting the university's logo using the Tesla transformer. Particular attention is paid to the issues of rational placement of the logo in the architectural and urban ensemble of educational buildings of the university. The objectives of the pilot marketing research were to study the attitude of students and staff to the logo and other brand attributes of Industrial University of Tyumen and to identify their opinions on the proposed form of creative presentation of the logo. Analysis of the results of the study showed that it is necessary to strengthen the brand of the university by expanding the range of consumers and communications, aimed at creating a brand-oriented image of the university. This requires applying best practices for identifying

коммуникаций, направленных на формирование бренд-ориентированного имиджа вуза. Для этого требуется применение лучших практик его идентификации и влияния на целевые аудитории в рамках стратегии маркетинга впечатлений. Креативный формат представления логотипа университета в полной мере отвечает сформулированным потребностям.

Ключевые слова: бренд университета, продвижение бренда, логотип, массовая коммуникация, маркетинговое исследование, архитектурно-градостроительный ансамбль

Введение

Развитие современного высшего образования в России тормозит ряд социально-экономических проблем. К наиболее значимым из них можно отнести усиление конкуренции в сфере образовательных услуг и сокращение численности жителей в стране. К сдерживающим факторам также относятся снижение платежеспособности населения и коммерциализация основных направлений деятельности образовательных учреждений и некоторые другие проблемы. Все это обуславливает необходимость поиска новых методов и инструментов управления образовательными организациями, одним из которых является формирование бренда [1].

Как показывает опыт западных образовательных учреждений, эффективным механизмом формирования и повышения их конкурентоспособности является брендинг, он позитивно влияет на репутацию университетов и, как следствие, повышает доверие к ним как сотрудников, так и потребителей образовательных услуг [2].

and influencing its target audiences as part of an impressions marketing strategy. The creative format of the university logo fully meets the formulated needs.

Key words: university brand, brand promotion, logo, mass communication, marketing research, architectural and urban ensemble

По термину *бренд* (товарный знак, торговая марка) понимается символическое воплощение комплекса информации, связанной с определенным продуктом или услугой. Он включает в себя, как правило, название, логотип и другие визуальные элементы (шрифты, цветовые схемы и символы) [3].

Утвержденный логотип Тюменского индустриального университета, зафиксированный в Руководстве по использованию фирменного стиля, приведен на рис. 1. Логотип состоит из графического и словесного символов. Вместе они представляют один из главных элементов идентификации. Уже несколько лет данный логотип используется на сайте университета, в социальных сетях, применяется в рекламных целях для продвижения образовательных услуг организации и т. п.

Фирменный цвет ТИУ – синий. В соответствии с требованиями руководства, при использовании основных и дополнительных цветов в качестве сплошного фона все элементы дизайна

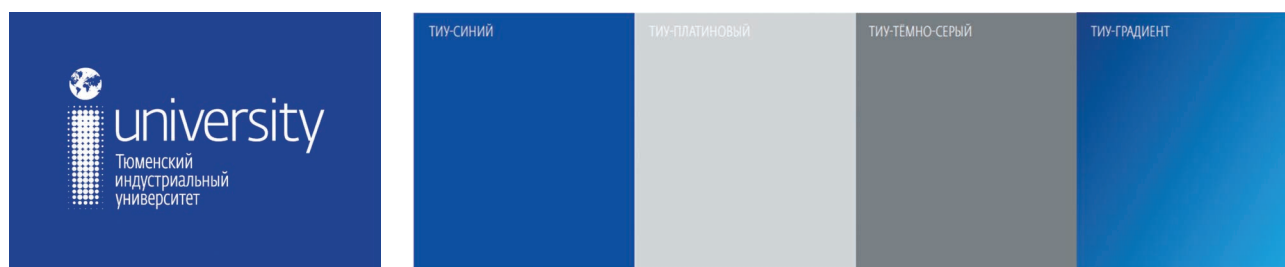


Рис. 1. Логотип университета и цветовая палитра фирменного стиля

должны быть выстроены так, чтобы сине-белая цветовая комбинация оставалась основным элементом восприятия.

Однако формирование бренда – это не просто разработка айдентики университета. Важно, чтобы все, кто связаны с учебным заведением, поверили в его уникальность и успех. Для этого необходимы структурированная платформа бренда и яркие коммуникации. С целью вовлечения аудиторий в идеи бренда университетам необходимо создавать бренды отношений.

Платформа бренда определяет миссию университета, его ценности, видение и место среди вузов-конкурентов. Сформированная на ее основе яркая организационная культура способствует развитию бренда и формированию его уникальности. Нередко вузы сталкиваются с трудностями в четкости определения своих посылов посредством бренда и, как итог, представляют заинтересованным аудиториям лишь базовые идеи. Между тем, важно понимать, как различные группы потребителей бренда (внутренние и внешние) видят университет сегодня и как хотели бы мы изменить их представления об учебном заведении завтра. Для этого нужно вовлечь эти группы в процесс создания и управления брендом университета.

Для представителей молодого поколения, которые являются основными потребителями образовательных услуг, характерны прогрессивность взглядов и суждений и позитивное восприятие инноваций во всех сферах жизни. Этого они ожидают и от университета не только в образовательной и научной, но и в отдельных аспектах маркетинговой деятельности [4].

Процесс создания и управления брендом называется брендингом. Он может включать в себя его усиление, позиционирование, идентификацию, агрегирование, репозиционирование, обновление и изменение стадии развития, а также расширение и углубление. Один из самых популярных и доступных методов изучения бренда – определение степени его известности. Обычно для этого необходимо установить процент целевой аудитории, который может вспомнить данный бренд. Кроме того, это достаточно широко используемый способ измерения эф-

фективности маркетинговых коммуникаций [3]. Измерительный материал можно получить в ходе маркетинговых исследований, помогающих определить, какая из составляющих брендинга нуждается в усилении.

Маркетинговое исследование, проведенное в рамках Строительного института Тюменского индустриального университета, было направлено на выявление ряда основополагающих моментов, позволяющих управлять сформировавшимся брендом и помогающих делать его более успешным. Конкретные предложения ориентированы на креативный формат представления логотипа бренда, авторами которого являются именно потребители – студенческий коллектив, в течение года работавший над реализацией описанной ниже модели.

Объект и методы исследования

Объектом исследования является логотип бренда университета. Целью социологического исследования – поиск способов эффективного управления брендом университета на основе оценки его восприятия непосредственными потребителями.

Первая задача исследования заключается в выявлении сформировавшегося отношения студентов и сотрудников университета к логотипу и другим атрибутам бренда ТИУ. Вторая – в определении их мнения о необычном формате представления логотипа, предложенном авторами.

Уникальность его заключается в использовании трансформатора Теслы для формирования символа «i», который будет генерировать молнии. Буквы словесного символа будут выполнены в виде неоновой вывески. Действие трансформатора основано на использовании резонансных стоячих электромагнитных волн в катушках. Его первичная обмотка содержит небольшое число витков и является частью искрового колебательного контура, включающего в себя также конденсатор и искровой промежуток. Вторичной обмоткой служит прямая катушка провода. При совпадении частоты колебаний колебательного контура первичной обмотки с частотой одного из собственных колебаний (стоячих волн) вто-



ричной обмотки вследствие явления резонанса во вторичной обмотке возникнет стоячая электромагнитная волна, и между концами катушки появится высокое переменное напряжение [5]. Установка будет состоять из металлического шара, символизирующего землю, и цилиндра, удерживающего его. Диаметр шара 1,5 м, высота всей установки 5 метров. Молнии, исходящие из шара, могут достигать 6-8 метров (рис. 2).

Архитектурно-градостроительный ансамбль учебных корпусов, расположенный на пересечении улиц Луначарского – Коммунистической – Ямской – Казанской, включает здания, построенные в разные временные периоды. Наиболее значимым в этом ансамбле является здание Частного коммерческого училища И. П. Колокольникова, построенное в 1913 году в стиле русского неоклассицизма [6], оно обеспечивает узнаваемость и необходимый ассоциативный ряд, который можно выгодно использовать для продвижения бренда университета. За ним хорошо просматривается здание девятиэтажного корпуса Строительного института, возведенного в 1981 году в период индустриального строительства.

Исторические здания, построенные в XX веке, вошли в пространственную систему, существенно отличающуюся от той, в которой они создавались. Архитектура новой застройки имеет формы, свойственные духу и соответствующие техническим возможностям времени, когда они были возведены. При этом старое обретает новое



Рис. 2. Визуальная идентификация конструкции логотипа на крыше учебного корпуса ТИУ со стороны ул. Республики (сверху) и вдоль ул. Луначарского (снизу)

значение также в формировании современной, актуальной на данный момент функциональной системы. В структуре архитектурно-градостроительного ансамбля ценны не только отдельные уникальные памятники архитектуры, но и их более поздние дополнения и рядовые комплексы застройки. Последние представляют собой элементы, формирующие среду и условия ее восприятия. Они несут в себе характерные черты определенного временного периода и дополняют многослойность художественного образа [7].

В связи с этим, решая вопрос о размещении установки на крыше зданий ансамбля, предпочтение было отдано самому высокому из них, что гарантировало бы наилучшую просматриваемость как со стороны набережной, так и со стороны района Дома обороны. Кроме того, учитывая стилистику зданий, размещение технической установки наиболее сочетаемо с простыми и лаконичными формами именно индустриального здания. Размер установки высотой 5 м обоснован и сопоставим с вазонами венчающего аттика главного центрального объема исторического здания.

В рамках поставленных задач было проведено пилотажное исследование. Выборочная совокупность представлена студентами и сотрудниками института в количестве 173 человек. Применена типическая выборка, ко-

торая осуществляется по принципу соответствия соотношения групп в выборке реальному их соотношению в генеральной совокупности. Такого типа выборка необходима при определении общих и средних характеристик рассматриваемого явления [8]. Респондентами выступили 141 студент и 32 сотрудника университета, что соответствует объему выборочной совокупности при проведении разведывательного исследования. Инструментом для проведения данного социологического исследования послужил анкетный опрос. Анкета была трансформирована в google-форму и разослана на электронные адреса респондентов.

Результаты и обсуждение

В опросе приняли участие мужчины и женщины: студенты в возрасте от 17 до 24 лет и со-

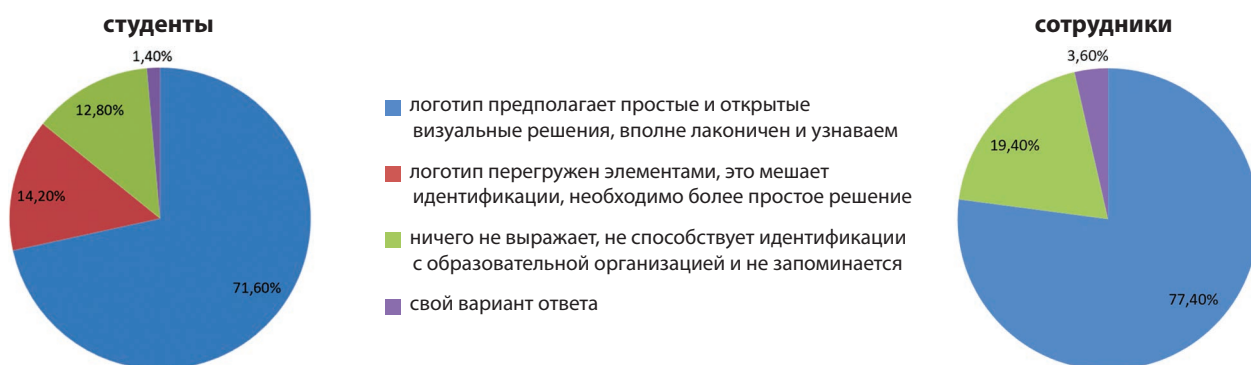


Рис. 3. Отношение респондентов к логотипу

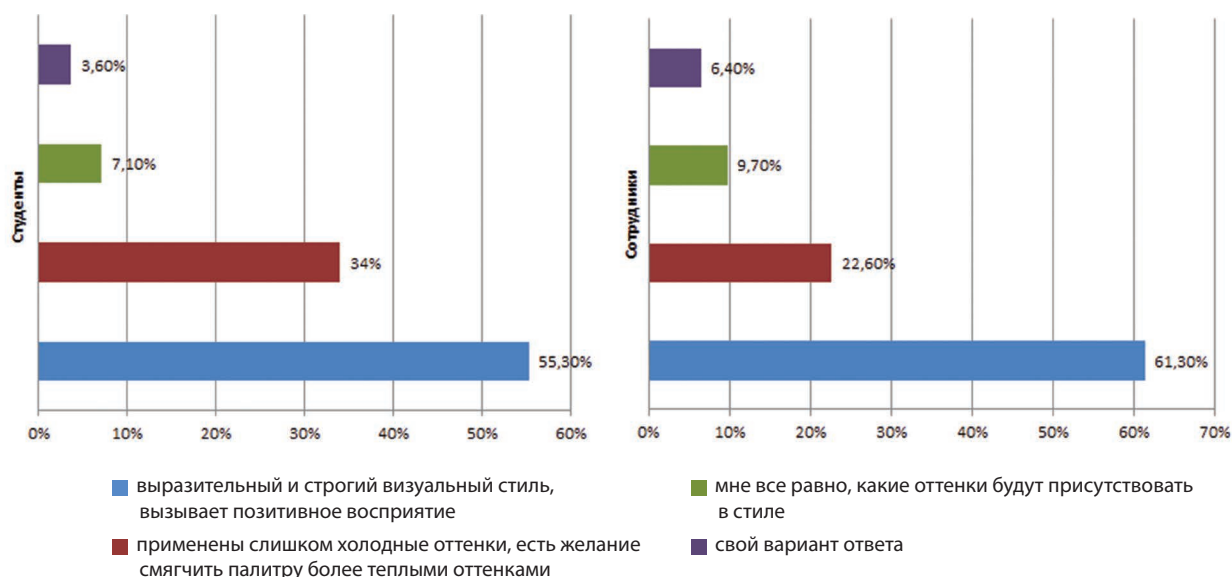


Рис. 4. Отношение респондентов к цветовой гамме фирменного стиля

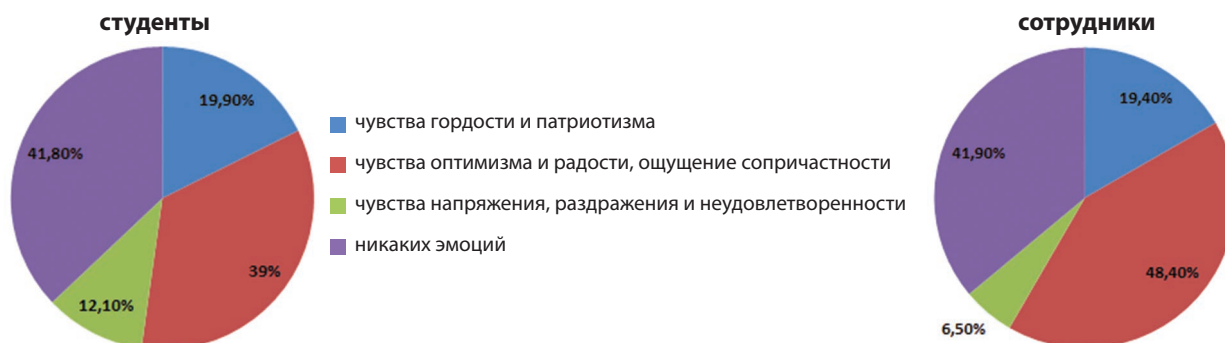


Рис. 5. Эмоциональное восприятие логотипа университета

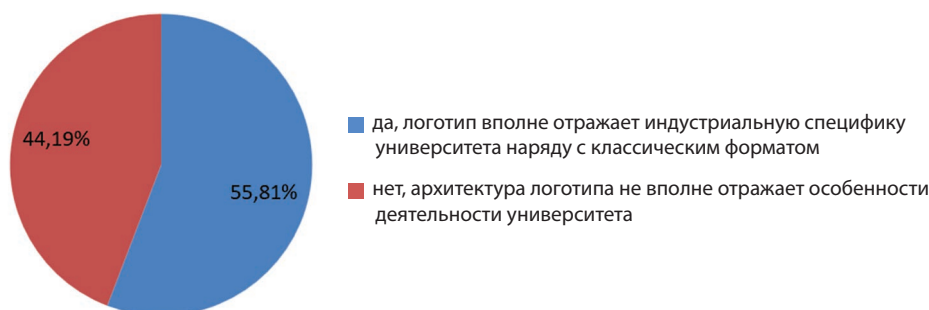


Рис. 6. Наличие ассоциативной связи между логотипом и стратегией развития университета

трудники университета в возрасте от 41 до 65 лет. Подавляющее большинство респондентов (87 %) считает, что логотип является одной из важнейших составляющих бренда вуза.

Следуя решению поставленной задачи, опрошенным было предложено выразить свое отношение к уже имеющемуся логотипу, выбрав один из предложенных вариантов ответа. Результаты представлены на диаграмме (рис. 3), где видно, что 77,4 % сотрудников и 71,6 % студентов считают, что логотип предполагает простые и открытые визуальные решения, вполне лаконичен и узнаваем.

Относительно цветовой гаммы, установленной университетом ко всем своим маркетинговым материалам, мнение респондентов не было таким единодушным, но большинство поддерживало утвержденную палитру (рис. 4).

Ввиду того, что бренд направлен на то, чтобы сформировать определенные ассоциации у потребителей, вызвать у них чувства и эмоции, закрепить в их подсознании свойственные тому или иному продукту характеристики, брендинг является не только составляющей маркетинга, но

и психологии. И важно осознавать и учитывать, как воспринимается один из главных элементов фирменного бренда [9].

На вопрос «Какие чувства и эмоции вызывает у Вас попавший в поле зрения при различных обстоятельствах логотип университета?» были даны ответы, представленные на рис. 5. Результаты показали, что наиболее часто респонденты выбирали варианты: «чувства оптимизма и радости, ощущение сопричастности» и «никаких эмоций», причем среди студентов последний вариант оказался наиболее популярным, что должно насторожить и послужить поводом для выстраивания правильного эмоционального восприятия логотипа всеми возможными и доступными средствами.

Следующий аспект, который оценивался в рамках исследования, – насколько логотип в рамках платформы бренда отражает и формирует правильное восприятие миссии университета, видение путей его развития (рис. 6). Стратегическая цель ТИУ – стать флагманским центром инженерных разработок, образования и науки, встроенным в постиндустриальную экономику на региональном, национальном и междуна-

родном уровнях. При ответе на вопрос «Как Вы считаете, логотип позволяет формировать ассоциативную связь с вышеуказанной целью?» студенты и сотрудники разделились во взглядах.

Предполагая, что респонденты могли высказать мнение, что архитектура логотипа недостаточно отражает особенности деятельности университета, был задан вопрос о возможных мероприятиях, которые могли бы устранить это несоответствие. За вариант «чаще использовать существующий логотип при демонстрации научных достижений в инженерно-технической сфере» высказалось 10,25 % респондентов, а 89,75 % считают, что необходимо преобразовать архитектуру логотипа, отразив в нем специфику нефтегазового и строительного профилей. Следует отметить, что это трудновыполнимая задача, так как логотип представляет собой визуальную сущность – простую и лаконичную – и служит прежде всего для обеспечения требований оригинальности, запоминаемости и узнаваемости в обществе. Поэтому, ввиду в целом позитивного отношения участников опроса к логотипу, сосредоточимся на совершенствовании не экспрессивной, а импрессивной его функции.

Решая следующую задачу исследования, которая заключалась в выявлении формата

представления логотипа, позволяющего формировать яркие коммуникации потенциальных и действительных потребителей с идеей бренда, у респондентов спросили, что в большей степени, по их мнению, может способствовать формированию по-настоящему сильного образа вуза на всех уровнях восприятия. Результаты опроса представлены на рис. 7, где видно, что большинство студентов и сотрудников высказалось за использование креативных форматов подачи классических решений бренда.

Следующий вопрос позволил выявить отношение респондентов к предложенной идее установки на крыше здания учебного корпуса логотипа ТИУ с использованием трансформатора Теслы. Позитивное отношение к проекту выразило 73,8 % информантов независимо от принадлежности к респондируемым группам, большинство выбрали ответы: «очень креативно, привлечет внимание всех жителей города и не только» и «удачная идея, позитивно скажется на имидже ТИУ» (рис. 8).

Далее респондентам было предложено выбрать одну или несколько характеристик основных категорий бренда, таких как «известность» и «общественное мнение» [10], на которых может положительно сказаться реализация предложен-



Рис. 7. Факторы, способствующие формированию сильного образа вуза



Рис. 8. Отношение респондентов к идее установки необычного логотипа



Рис. 9. Отношение участников опроса к тому, как реализация предложенной идеи скажется на восприятии бренда вуза

ной идеи. В рамках категории «известность» наиболее популярным среди студентов и сотрудников оказались варианты ответа «на что человек сразу реагирует, обращает внимание» и «то, что отличает от других, известная марка» (рис. 9). Что касается общественного мнения, сотрудники не выразили особых надежд на то, что реализация данного проекта положительно скажется на нем. Однако от 20 до 25 % студентов все же считают иначе, они остановили свой выбор на следующих предложенных вариантах: «ярлык в хорошем смысле», «вызывает признанность в обществе» и «если ты связан с этим брендом, ты крут».

Выводы

Анализ полученных результатов показал, что утвержденный университетом фирменный стиль

и, в частности, логотип являются узнаваемыми и вызывают у потребителей позитивные эмоции. Однако при этом довольно большой процент респондентов не испытывает никаких эмоций по отношению к ним, что служит основанием для выстраивания эмоциональной связи потребителей с брендом путем грамотного управления им. Акцент необходимо сделать на таких составляющих брендинга, как усиление, агрегирование, расширение и углубление.

Последнее десятилетие характеризуется становлением эпохи «экономики впечатлений», послужившей толчком для развития эмоционального маркетинга, которому присуще установление эмоциональной связи с брендом. Таким образом, усилия образовательных организаций должны быть направлены на формирование соответствующего

ющих впечатлений у потребителей, создание имиджа посредством переживания ими различных эмоций. По мнению экспертов, в структуре инструментария маркетинга впечатлений необходимо выделить две основные области: «сами впечатления, благодаря которым становится возможным влиять на потребителя, а также методы, способы и приемы, которыми впечатления можно создавать» [11]. Таким инструментом в рамках проведенного исследования послужил креативный формат представления логотипа

бренда университета на базе трансформатора Теслы. Исследование показало, что участники опроса нашли его креативным, привлекающим внимание и удачным с точки зрения формирования позитивного имиджа вуза. Это говорит о том, что, несмотря на немалые затраты (стоимость установки в 2021 году оценивалась в 1,5 млн рублей), логотип может служить эффективным инструментом для продвижения бренда и выстраивания маркетинговой стратегии, направленной на повышение известности университета.

Библиографический список

1. Прядко, С. Н. Оценка факторов поведения потребителей на рынке образовательных услуг в маркетинговом планировании вуза / С. Н. Прядко. – Текст : непосредственный // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия : История. Политология. Экономика. Информатика. – 2010. – № 19 (90). – С. 80–87.
2. Нефедова, О. В. Марочная стратегия образовательного учреждения : специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / О. В. Нефедова ; Российская экономическая академия имени Г. В. Плеханова. – Москва, 2006. – 20 с. – Место защиты : Российская экономическая академия имени Г. В. Плеханова. – Текст : непосредственный.
3. Анохин, М. Г. «Репутационный капитал» России : современный потенциал и возможности технологий / М. Г. Анохин, О. Е. Гришин. – Текст : непосредственный // Стратегии России в историческом и мировом пространстве. Материалы научной конференции (Москва, 5 июня 2009 г.) : Научные работы. – Москва : Научный эксперт, 2009. – С. 393–401.
4. Капустина, Л. М. Управление брендом на основе оценки восприятия позиции университета потребителями / Л. М. Капустина, Е. А. Жадько. – DOI: 10.29141/2218-5003-2019-10-4-9. – Текст : непосредственный // Управленец. – 2019. – Т. 10. – № 4. – С. 98–109.
5. Калашников, С. Г. Электричество / С. Г. Калашников. – Москва : ГИТТЛ, 1956. – 88 с. – Текст : непосредственный.
6. Киреева, Т. В. Архитектура зданий коммерческого образования Сибири конца XIX – начала XX века / Т. В. Киреева. – Текст : непосредственный // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2015. – № 3 (50). – С. 55–64.
7. Азатян, К. Р. Проблемы интеграции старого и нового в процессе развития городского пространства / К. Р. Азатян, А. Р. Енгоян. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2014. – № 6. – С. 7–16.
8. Яргина, З. Н. Социальные основы архитектурного проектирования : учебник для вузов / З. Н. Яргина, К. К. Хачатрянц. – Москва : Стройиздат, 1990. – 343 с. – Текст : непосредственный.
9. Mitrofanov&Partners : [сайт]. – URL : <https://www.mitrofanovpartners.com/university-branding> (дата обращения : 15.04.2022).
10. Боровских, Ю. А. Бренд вуза в представлениях абитуриентов московских университетов / Ю. А. Боровских, Е. Э. Смирнова. – DOI: 10.15393/j5.art.2015.2926. – Текст : непосредственный // Непрерывное образование : XXI век. – 2015. – № 3 (11). – С. 74–83.
11. Прохоров, А. В. Маркетинг впечатлений в контексте продвижения образовательных услуг / А. В. Прохоров. – Текст : непосредственный // Альманах теоретических и прикладных исследований рекламы. – 2016. – № 1 (11). – С. 8–14.

References

1. Pryadko, S. N. (2010). Estimation of consumers behaviour factors in the educational services market in marketing planning of high school. Belgorod State University Scientific Bulletin. History Political science. Economics. Information technologies, (19(90)), pp. 80-87. (In Russian).
2. Nefedova, O. V. (2006). Marochnaya strategiya obrazovatel'nogo uchrezhdeniya. Avtoref. diss. ... kand. ekon. nauk. Moscow, 20 p. (In Russian).
3. Anokhin, M. G., & Grishin, O. E. (2009). "Reputatsionnyy kapital" Rossii: sovremennyy potentsial i vozmozhnosti tekhnologiy. Strategii Rossii v Istoricheskom i mirovom prostranstvakh. Materialy nauchnoy konferentsii (Moscow, June 5) : Nauchnye raboty. Moscow, Nauchnyy ekspert Publ., pp. 393-401. (In Russian).
4. Kapustina, L. M., & Zhadko, E. A. (2019). Brand management based on consumer perceptions of a university. The Manager, 10(4), pp. 98-109. (In Russian). DOI: 10.29141/2218-5003-2019-10-4-9.
5. Kalashnikov, S. G. (1956). Elektrichestvo. Moscow, GITTL Publ., 88 p. (In Russian).
6. Kireeva, T. V. (2015). Architecture of commercial education buildings in Siberia late in 19th and early 20th century. Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building, (3(50)), pp. 55-64. (In Russian).
7. Azatyan, K. R., & Engoyan, A. R. (2014). Integration problems of the old and the new in urban space development. Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering, (6), pp. 7-16. (In Russian).
8. Yargina, Z. N., & Khachatryants, K. K. (1990). Sotsial'nye osnovy arkhitekturnogo proektirovaniya: uchebnik dlya vuzov. Moscow, Stroyizdat Publ., 343 p. (In Russian).
9. Mitrofánov&Partners. (In Russian). Available at: <https://www.mitrofanovpartners.com/university-branding> (accessed 15.04.2022).
10. Borovskih, Y., & Smirnova, E. (2015). University brand in the views of prospective students of Moscow universities. Lifelong Education: The 21st Century, (3(11)), pp. 74-83. (In Russian). DOI: 10.15393/j5.art.2015.2926.
11. Prokhorov, A. V. (2016). Marketing vpechatleniy v kontekste prodvizheniya obrazovatel'nykh uslug. Al'manakh Teoreticheskikh i Prikladnykh Issledovaniy Reklamy, (1(11)), pp. 8-14. (In Russian).

Сведения об авторах

Глебушкина Людмила Владимировна, к. т. н., доцент кафедры строительных конструкций, Тюменский индустриальный университет, e-mail: glebushkinalyuda@mail.ru

Даутова Алина Азатовна, студент кафедры строительных конструкций, Тюменский индустриальный университет, e-mail: dautovaalina2001@gmail.com

Information about the authors

Lyudmila V. Glebushkina, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Building Constructions, Industrial University of Tyumen, e-mail: glebushkinalyuda@mail.ru

Alina A. Dautova, Student at the Department of Building Constructions, Industrial University of Tumen, e-mail: dautovaalina2001@gmail.com

Для цитирования: Глебушкина, Л. В. Креативный подход к продвижению бренда университета / Л. В. Глебушкина, А. А. Даутова. – DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-6-15. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 2 (100). – С. 6–15.

For citation: Glebushkina, L. V., & Dautova, A. A. (2022). Creative approach to university brand promotion. Architecture, Construction, Transport, (2(100)), pp. 6-15. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-6-15.

ПРОЕКТНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО РЕНОВАЦИИ ТЕРРИТОРИИ РЕЧНОГО ПОРТА ГОРОДА ТЮМЕНИ

А. А. Третьякова, А. Н. Федоров

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

PROJECT PROPOSAL FOR RENOVATION OF THE TERRITORY OF THE RIVER PORT OF TYUMEN

Alexandra A. Tretyakova, Andrey N. Fedorov

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. В работе представлен проект реновации территории речного порта города Тюмени, на которой размещены объекты речного транспорта (порт, пристани и причалы). Предпроектный анализ показал, что данная территория не отвечает современным требованиям, эстетически непривлекательна, промышленные объекты, расположенные на ней, заброшены, памятники архитектуры и историко-культурного наследия находятся в ветхом состоянии, отсутствуют рекреационные зоны, наблюдается бессистемность жилой застройки. Авторами разработан проект культурно-досугового центра, включающего четыре независимые части здания с разным функциональным наполнением. Его реализация позволит решить комплекс проблем благоустройства территории речного

Abstract. The article presents a project for the renovation of the territory of the river port of Tyumen, where river transport facilities (port, marinas and berths) are located. According to pre-project analysis, this area does not meet modern requirements, aesthetically unattractive; industrial facilities located on it, are abandoned, monuments of architecture and historical and cultural heritage are in a dilapidated state; there are no recreation areas, there is a haphazard pattern of residential development. The authors have developed a project for a cultural and leisure center, which includes four independent parts of the building with different functional content. Its implementation will solve a set of problems of improvement of the river port area, fill it with new functions, and thus improve the quality of the urban environment and ensure proper

порта, наполнить ее новыми функциями, а значит, повысить качество городской среды, обеспечить полноценный отдых и организовать досуг населения. Данный проект может быть реализован и в других старинных городах с аналогичными проблемами.

Ключевые слова: проектирование, культурно-досуговый центр, общественное пространство, промышленная зона, городская среда, прибрежная территория, речной порт, Тюмень

Введение

Каждый город обладает особыми природно-климатическими условиями. Водное пространство (моря, реки, озера) и прибрежные зоны оказывают непосредственное влияние на формирование градостроительной структуры, историко-архитектурной среды города, определяют процесс и закономерности его развития. Береговая инфраструктура является важным ресурсом для повышения качества городской среды, создания новых многофункциональных общественных пространств.

К сожалению, современное состояние прибрежных территорий в большинстве городских поселений следует признать неудовлетворительным. Старые береговые постройки утратили свое функциональное назначение, многие из них разрушены и заброшены. В этой связи необходимо провести ревитализацию прибрежных зон, включить их в процесс градостроительного развития.

Предмет исследования и методы

Предметом исследования является территория речного порта города Тюмени, целью – выявление проблем и разработка проекта культурно-досугового центра для повышения качества среды прибрежной зоны. В процессе исследования использовались различные методы познания: анализ, синтез, аналогия, обобщение, историко-сравнительный, историко-хронологический, стилистический, метод визуализации и графической реконструкции.

recreation and leisure activities of the population. This project can be implemented in other ancient cities with similar problems.

Key words: design, cultural and leisure center, public space, industrial zone, urban environment, coastal territory, river port, Tyumen

Результаты

Исторически река Тура с ее прибрежной инфраструктурой играла ключевую роль в развитии Тюмени. Город формировался линейно и в настоящее время развивается вокруг водного пространства. По реке осуществляются грузоперевозки между населенными пунктами [1]. Сегодня территория речного порта находится не в лучшем состоянии. В то же время этот перспективный участок в центре города не утратил своего значения, и на этом месте можно создать эстетически привлекательное, функциональное пространство. Сохранившиеся памятники архитектуры и историко-культурного наследия, природный рельеф и богатства реки Туры имеют необходимый потенциал для решения этой задачи (рис. 1).

К середине XIX века в городе действовало более десяти частных причалов (позже выстроили общегородскую пристань), от которых суда с грузами уходили как на Восток, так и на Север. Славу городу принесла судостроительная промышленность. В 1843 году из Тюмени отправился в рейс по Туре и Тоболу первенец судостроения – пароход «Основа». Баржу с грузом до Тобольска (448 км) он провел за 5 суток и 6 часов. Вторым пароход, «Иртыш», за летнюю навигацию осуществил три рейса от Тюмени до Томска и обратно. Спустя 10 лет по Иртышу стал ходить мощный «Ермак», позже – пароходы «Союз» и «Тобольск». Суда, сооруженные на тюменской верфи, ходили по таким сибирским рекам, как Обь, Енисей, Тура, Иртыш и Лена [2].



Рис. 1. Панорама города Тюмени

Одним из основателей тюменского судостроения считается купец И. И. Игнатов, который в 1864 году в деревне Мыс (5 км от города) на берегу реки Туры заложил Жабынский судостроительный и чугунно-литейный завод [3]. С завода сошли десятки новых пароходов. Благодаря усилиям Игнатова формировалась причальная инфраструктура. В 1898-м пароходовладельцы учредили синдикат по перевозке грузов и пассажиров – Западно-Сибирское товарищество пароходства и торговли. Товарищество владело 31 пароходом разного типа, что составляло более 20 % речного флота Обь-Иртышского бассейна [4].

Официально речной порт в Тюмени был открыт в 1896 году. В 1950-е общий грузооборот местной пристани превысил 1 млн тонн. С развитием нефтегазодобывающей отрасли поток грузов через порт возрос. В порту установили капитальные причальные стенки и порталые краны (позже – два плавучих крана) [5]. Тюменский речной порт в 1996 году был реорганизован в открытое акционерное общество [6].

Бурное развитие речного порта и его инфраструктуры привело к тому, что ландшафт территории начал разрушаться, а береговые зоны превратились в вытянутую вдоль реки промыш-

ленную зону, что привело к целому комплексу проблем – эстетических, экологических, социальных. Среди них – несоответствие территории действующим Правилам застройки и землепользования, эстетическая непривлекательность, превращение участков, на которых расположены промышленные объекты, в криминально опасную местность, отсутствие связи прибрежной территории с центром города, хаотичная индивидуальная жилая застройка. Многие объекты историко-культурного наследия разрушены, памятники архитектуры находятся в ветхом состоянии, отсутствуют рекреационные зоны и креативные решения в организации общественного пространства данной местности [7].

Территория проектирования – VI планировочный район Тюмени (историческое название – Тычковка [1]) с границами по правому берегу Туры от прибрежной зоны до улицы Госпаровской и от моста по улице Профсоюзной до улицы Пристанской. На первом этапе работы была рассмотрена вся прибрежная территория города, находящаяся в пешеходной доступности от центра города (рис. 2). Многие панорамы поперечных улиц обращены к речному порту. Также эта местность хорошо просматривается с активно

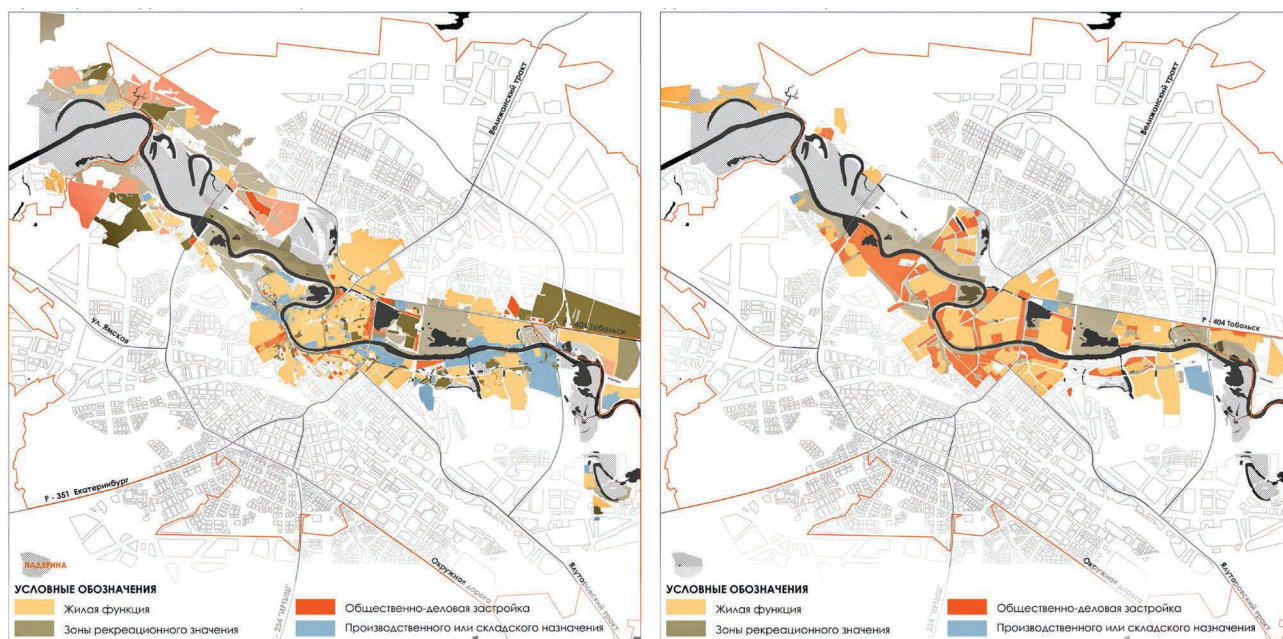


Рис. 2. Функциональное зонирование прибрежной территории
(слева – существующее, справа – по ПЗЗ)

развивающегося левого берега реки и Профсоюзного моста, характеризующегося большим автомобильным трафиком.

Большая часть участка проектирования находится в зоне ограничения девятиэтажной застройки, часть – в зоне ограничения пяти-

этажной застройки. Территория включает зону охраняемого ландшафта, групповую охранную зону, зону памятников истории и культуры. Историко-архитектурный опорный план объектов, пространств и их статус наиболее комплексно отображают существующую ситуацию (рис. 3).

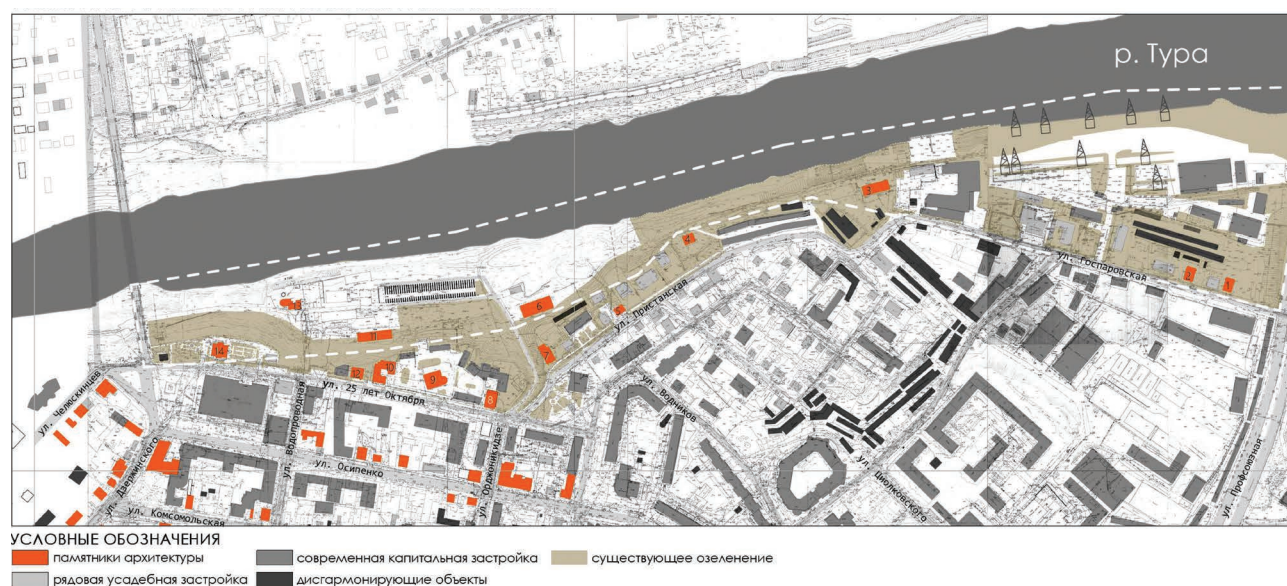


Рис. 3. Историко-архитектурный опорный план территории проектирования

На территории проектирования расположены объекты речного транспорта (речной порт, пристани и причалы). На местности, непосредственно примыкающей к границам проектирования, планируется строительство нового жилого комплекса.

Территория речного порта нуждается в комплексном формировании прибрежной инфраструктуры. Основная идея проекта состоит в том, чтобы на обозначенном месте создать совершенно новую социальную среду и вовлечь в нее жителей города. Культурно-досуговый центр с музеем судостроения рассматривается как инструмент ментальной отсылки к истории судостроения в городе, а объекты речного порта (причалы, краны и т. д.) – как декорация и составная часть проекта. Также необходимо задействовать потенциал реки, учесть ее градостроительную, историческую и культурную роль, которую она играла в развитии города.

Концептуально проект направлен на создание ландшафтно-рекреационной среды на

основе уникального природного рельефа, формирование и функциональное насыщение пространства для полноценного отдыха и досуга населения. Главный принцип – обеспечить гармоничное «вписывание» новых объектов в исторически сложившуюся градостроительную систему.

Результатом всестороннего анализа территории и подробного исследования ее архитектурно-градостроительных возможностей стал проект культурно-досугового центра «Основа».

Территория речного порта характеризуется отличными видовыми возможностями: с участка открывается вид на заречную часть города, а сам объект хорошо просматривается с берегов реки Туры. В связи с этим здание центра должно быть рассчитано на круговой обзор, как скульптура. Важно, чтобы оно было в диалоге с городом, являлось частью его композиции и не конкурировало с ним (рис. 4, 5). Новая архитектура должна быть легкой и пластичной, свежей и свободной, прозрачной и светящейся.



Рис. 4. Перспективные виды

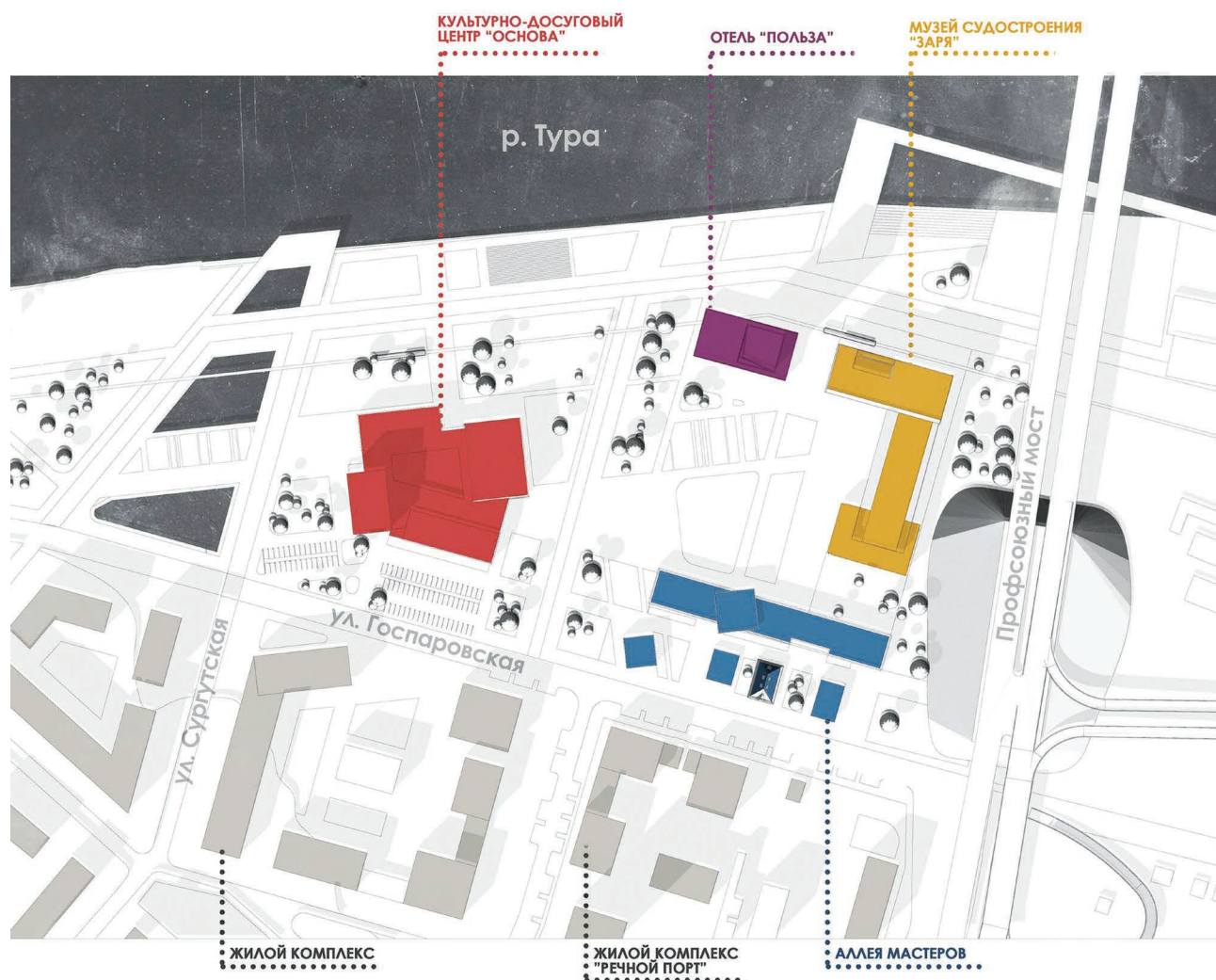


Рис. 5. Предложения по функциональному наполнению территории.
Общий план

Актуальна проблема сохранения историко-архитектурного наследия и уникального природного ландшафта, поэтому береговые сооружения должны гармонично сочетаться с существующей застройкой, чтобы сохранить дух места. При проектировании нужно учитывать и высотность объектов. Более того, необходимо определить функциональное назначение культурно-досугового центра, а также решить конструктивные вопросы, связанные с устойчивостью здания [5].

Объект проектирования – культурно-досуговый многофункциональный центр «Основа» – является центром композиции на фрагменте

генерального плана и акцентом на территории проектирования. Основная идея заключается в том, что четыре независимые части здания с разным насыщением и функционалом выходят на одно общественное пространство и таким образом соединяются в единое строение.

Объем здания имеет разную этажность: три части – 4-5 этажей, одна – 15 (рис. 6). В самой высокой части располагаются преимущественно офисные и рабочие пространства.

Внутреннее центральное пространство, соединяющее все объемы воедино, способствует общей динамике подхода. Люди, передвигаясь из одной части здания в другую, будут встре-

АРХИТЕКТУРА/ARCHITECTURE

чаться, общаться, поэтому в функциональном наполнении первых двух этажей акцент сделан на открытости. При этом при продвижении наверх идет разделение функций для более тихой работы.

Наиболее активным объемом выступает тот, что отведен под фудкорт, кинозал, торговые помещения, он отделан белым перфорированным листом металла. В пространстве данный объем является центром композиции (рис. 7).

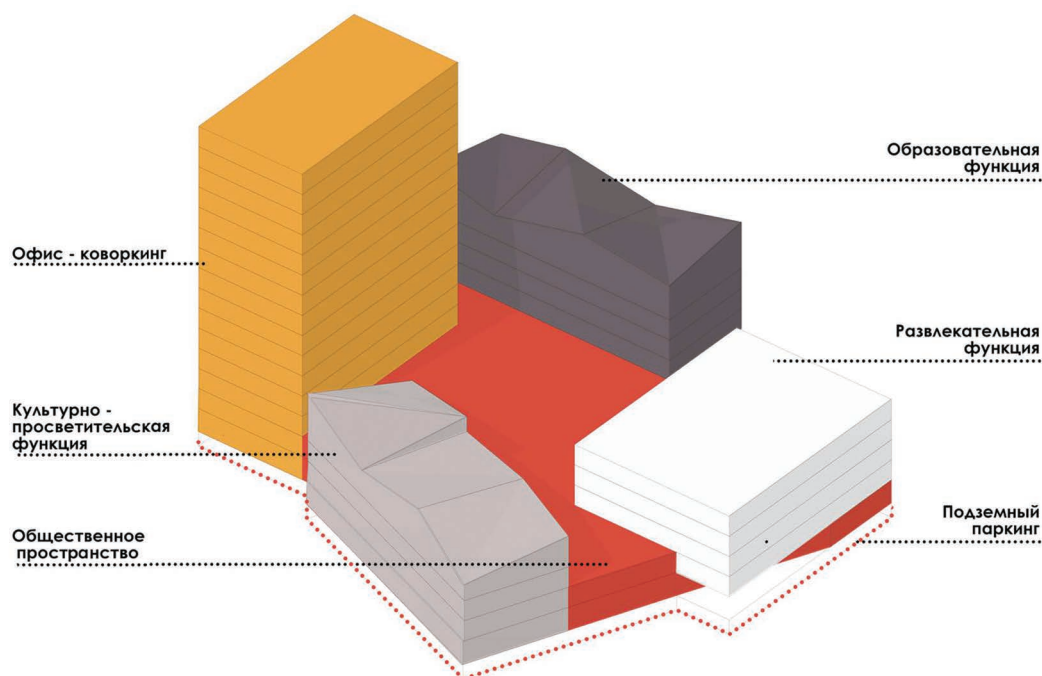


Рис. 6. Схема организации объемов культурно-досугового центра

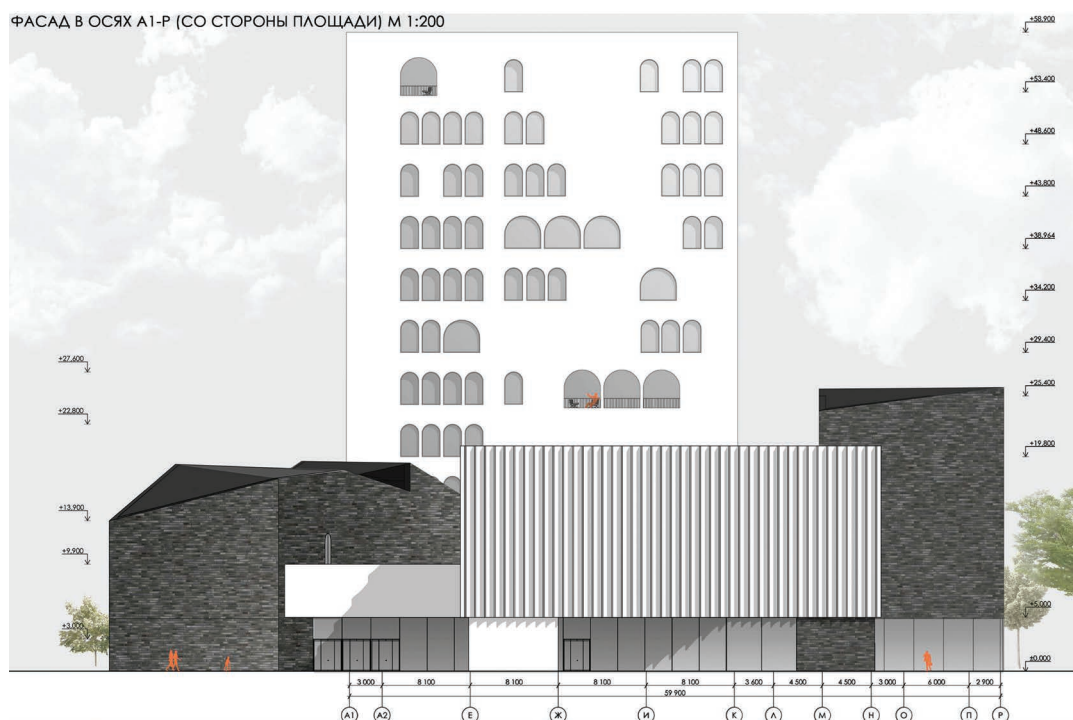


Рис. 7. Главный фасад культурно-досугового центра

На минус первом этаже размещен паркинг на 125 машино-мест. Попастъ в него можно с ул. Госпаровской или по вновь пробитой ветке со стороны берега. Внутреннее движение организовано по кругу и имеет два выезда.

Согласно нормативам градостроительного проектирования¹, необходимо обеспечить непрерывную систему озелененных территорий и других открытых пространств, а значит, важно сохранить рекреационную функцию на протяжении всей набережной (прибрежной зоны). Согласно требованиям СП 356.1325800.2017², требуется обеспечить взаимосвязь помещений паркинга с помещениями здания, что допускается делать через тамбур-шлюзы с подпором воздуха при пожаре и дренажными завесами над проемом со стороны стоянки автомобилей с автоматическим пуском. Согласно СП 113.13330.2012, габариты машино-места следует принять 5,3 × 2,5 м (необходимо учесть минимально допустимые зазоры безопасности).

Вход в здание осуществляется с четырех сторон. Все функции центра можно подразделить на доминирующие (офисы и помещения культурно-развлекательного характера) и сопутствующие (гардероб, вестибюль, санузлы, кладовые и т. п.) [8]. Первый этаж имеет преимущественно структурное остекление по периметру, пространство можно разделять складными перегородками для проведения различных мероприятий. Он

включает следующие помещения: просторный центральный атриум с амфитеатром и фонтаном; фудкорт с небольшой доеготовочной зоной; магазин; agile-пространство (гибкая офисная среда для управления проектами); проектную студию, рассчитанную как на отдельную работу 5-10 человек, так и совместное обсуждение проектов за общим столом; оранжерею – пространство для релаксации и отдыха, включающее временные рабочие места, а также вспомогательные помещения (ресепшен, гардеробную, помещения для персонала, санузел) (рис. 8).

Отдельно следует выделить общие зоны. Так, входная зона предназначена для встреч и ожидания посетителей, размещения информации об организациях в здании. В главном вестибюле (двусветном пространстве) расположены амфитеатр и фонтан. За счет организации кровельных фонарей он максимально наполнен светом.

Второй этаж предназначен для размещения лекционных залов, проектных студий, торговых помещений, коворкинга, спортивных зон, библиотеки, экспозиционного ряда, начало которого находится на первом этаже (рис. 9).

Выше разделение идет по четырем объемам. На третьем этаже проектом предусматривается размещение коворкинга, agile-пространства, выхода на кровлю (летние террасы), переговорных, зон для общения и временных рабочих мест, детской комнаты, кинозала.

¹ СП 113.13330.2012. Стоянки автомобилей = Parkings : Актуализированная редакция СНиП 21-02-99* : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 17.04.2015 № 291/пр. и введен в действие с 12.05.2015 / разработан открытым акционерным обществом «Институт общественных и жилых зданий, сооружений и комплексов»; открытым акционерным обществом «Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений»; открытым акционерным обществом «Московский научно-исследовательский и проектный институт типологии, экспериментального проектирования»; обществом с ограниченной ответственностью «Автомобильные парковочные комплексы»; обществом с ограниченной ответственностью «Интерстройсервис ИНК»; открытым акционерным обществом «НИИМосстрой». – Москва : Минрегион России, 2012. – 16 с. – Текст : непосредственный.

² СП 356.1325800.2017. Конструкции каркасные железобетонные сборные многоэтажных зданий. Правила проектирования = Prefabricated reinforced concrete frame constructions multi-storey buildings. Rules of design : издание официальное : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2017 г. № 1661/пр : введен впервые : дата введения 14.06.2018 / разработан акционерным обществом «Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений». – Москва : Стандартинформ, 2017. – Текст : непосредственный.

ПЛАН -1 ЭТАЖА М 1:200



ПЛАН 1 ЭТАЖА М 1:200

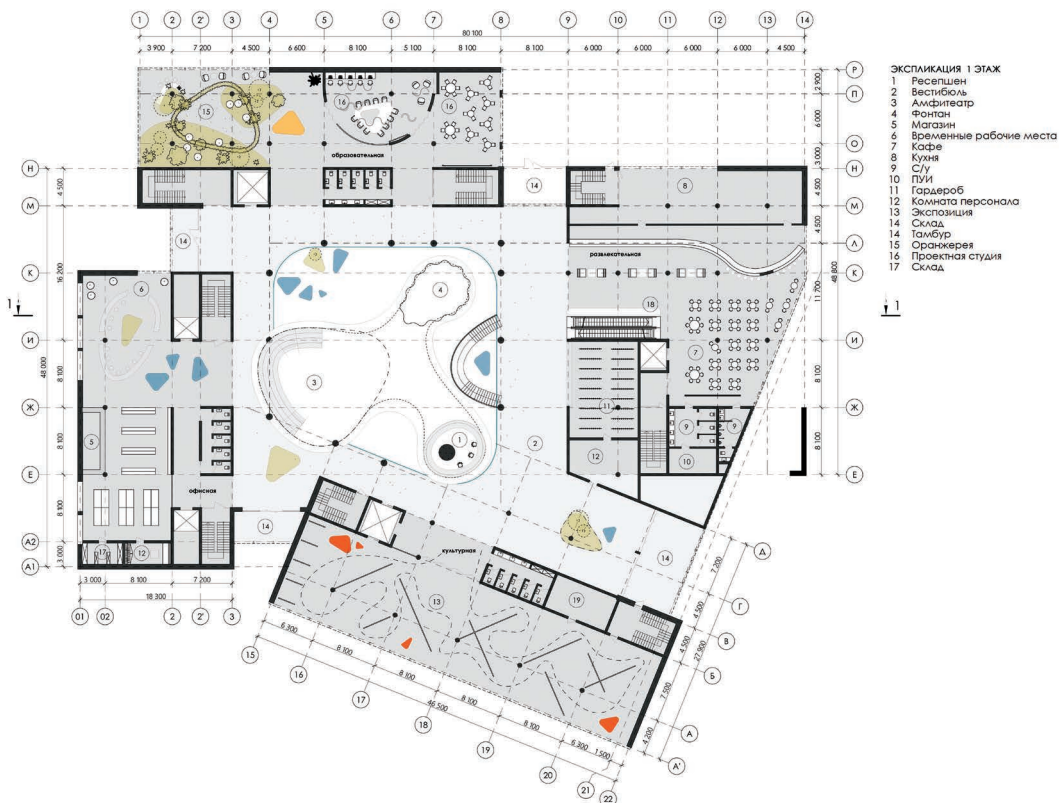


Рис. 8. План первого этажа



Рис. 9. План второго этажа

Объем офисной части здания распространяется еще на семь этажей. Окна арочные, двух типов-размеров. На некоторых этажах – лоджии. В общем пространстве имеются парадные лестницы. Для удобства предусмотрены два эскалатора. Кровля плоская и эксплуатируемая с размещением кровельных фонарей нестандартной конфигурации.

Здание имеет комбинированную конструктивную схему (рис. 10). По внешнему периметру это несущие стены, а внутри – колонны. Ядром жесткости является вертикальная конструкция, которая выполнена в виде лестничной клетки, лифтовой шахты или вертикального коммуни-

кационного канала из кирпича, монолитного или сборного железобетона, обладающая пространственной жесткостью и совместно с диском перекрытия повышающая (обеспечивающая) устойчивость здания³. Лестнично-лифтовые узлы служат не только сообщением между этажами, но и эвакуационными выходами, ведущими непосредственно наружу или в безопасную зону. Путь из любой точки здания до лестничной клетки не превышает 25 м. Ливневая канализация скрыта в пороге ограждающей конструкции [9].

Стистика проекта основывается на индустриальной тематике, поэтому такие материалы,

³ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федеральный закон Российской Федерации № 123-ФЗ : принят Государственной Думой 04 июля 2008 года : одобрен Советом Федерации 11 июля 2008 года. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения : 02.06.2022). – Текст : электронный.

как бетон и металл, являются основными, а общий подход – минимум украшательств и декора, максимум функциональности и пространства для творчества и отдыха.

Интерьеры чистые, светлые, просторные, способные меняться и подстраиваться под различные сценарии проводимых мероприятий.

Покрытие пола общественных пространств – ярко-красного цвета, что помогает разграничить общественное и приватное пространства. Стекланные перегородки используются для разделения функциональных частей здания, а также обеспечивают максимальный доступ солнечного света во все помещения (рис. 11).

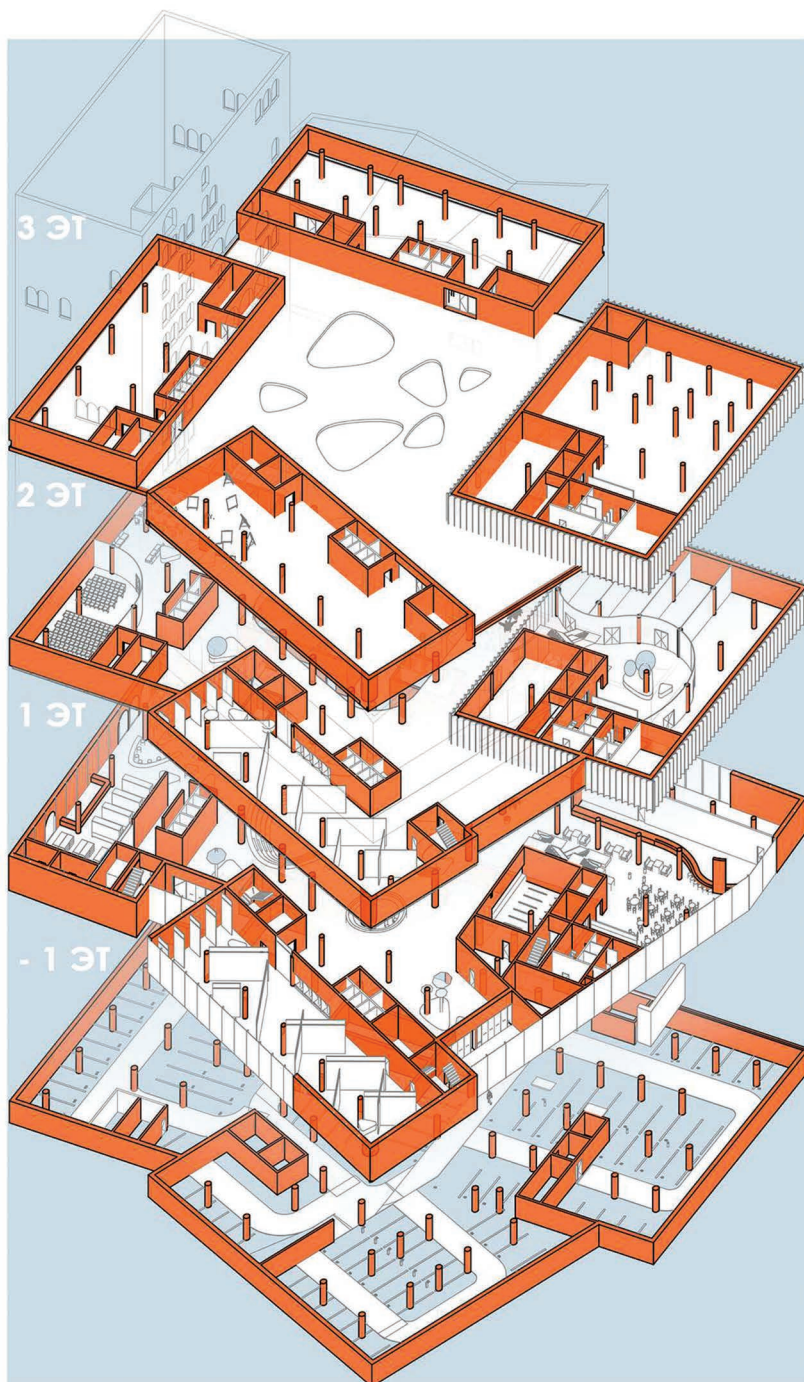


Рис. 10. Конструктивная взрыв-схема

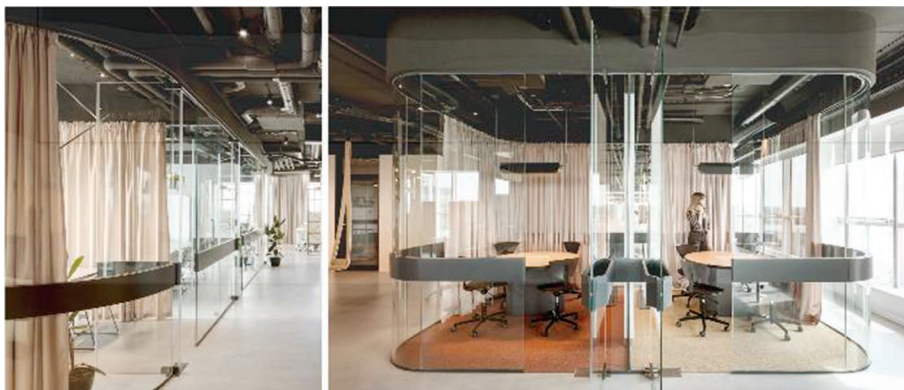
ОРАНЖЕРЕЯ



ВРЕМЕННЫЕ РАБОЧИЕ МЕСТА



ПЕРЕГОВОРНЫЕ



ПРОЕКТНЫЕ СТУДИИ



Рис. 11. Аналоги интерьерных пространств

Посредством средового дизайна решается проблема соответствия исторически сложившейся городской среды запросам различных групп современных жителей. Комплексное развитие территории речного порта в Тюмени позволит включить его в культурную жизнь города, проводить здесь общегородские акции и массовые праздники.

Заключение

Результатом реализации проекта многофункционального культурно-досугового центра «Основа» станет решение проблем оторванности данной территории от центра города, благоустройства прибрежной зоны и наполнения ее новыми функциями. В настоящее время в России разрабатываются проекты набережных, ведет-

ся благоустройство прибрежных пространств в ряде поволжских и северных городов [10], но очевидно и то, что во многих населенных пунктах данные территории все еще находятся в заброшенном состоянии и нуждаются в реновации. В

этой связи разработанный проект может быть востребован не только в Тюмени, но и в других поселениях, где необходимо развивать инфраструктуру и повышать качество береговых территорий.

Библиографический список

1. Кубочкин, С. Н. Тычковка, Сараи, Потаскуй: Из истории тюменских окраин XIX – начала XX вв. / С. Н. Кубочкин. – Тюмень: Издательство Юрия Мандрики, 2002. – 296 с. – ISBN 5-93020-116-1. – Текст : непосредственный.
2. Очерки истории Тюменской области / В. М. Кружинов, А. В. Матвеев, А. П. Зенько [и др.] ; ответственный редактор В. М. Кружинов. – Тюмень : Комитет по печати и массовой информации администрации Тюменской области, 1994. – 269 с. – Текст : непосредственный.
3. Стефашов, А. Е. Тюменский купец Иван Иванович Игнатов – один из основателей пароходства в Западной Сибири в XIX в. / А. Е. Стефашов – Текст : непосредственный // Торговля, купечество и таможенное дело в России в XVI – XIX вв. : сборник материалов Третьей международной научной конференции, Коломна, 24–26 сентября 2013 года / редактор-составитель А. И. Раздорский. – Коломна: Московский государственный областной социально-гуманитарный институт, 2015. – С. 225–232.
4. Путеводитель по Иртышу и Оби : 1916 / Товарищество Западно-Сибирского пароходства и торговли. – Петроград : Типография М. Пивоварского и Ц. Типографа, 1916. – 87 с. – Текст : непосредственный.
5. Смирнов, Г. Н. Порты и портовые сооружения / Г. Н. Смирнов, В. В. Аристархов, С. Н. Левачев [и др.]. – Москва : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2003. – 463 с. – Текст : непосредственный.
6. Речкин, М. А. История Тюменского речного порта / М. А. Речкин. – Текст : электронный // Studylib. – URL : <https://studylib.ru/doc/983648/istoriya-tyumenskogo-rechnogo-porta-rechkin-maksimandreevich> (дата обращения : 02.06.2022).
7. Волынец, Е. И. Градостроительное развитие исторических районов города Тюмени конца XIX – начала XX в / Е. И. Волынец, И. В. Куликова. – DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-2-24-36. – Текст : непосредственный // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2019. – Т. 21. – № 2. – С. 24–36.
8. Гельфонд, А. Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений / А. Л. Гельфонд. – Москва : Архитектура-С, 2007. – 278 с. – Текст : непосредственный.
9. Индекс качества городской среды : [сайт]. – URL: <https://индекс-городов.рф/#/> (дата обращения : 02.06.2022). – Текст : электронный.
10. Мировой и отечественный опыт проектирования причальных сооружений / А. И. Клименко, О. С. Порошин, А. Н. Федоров, А. Б. Храмцов. – Текст : непосредственный / Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. № 1. – С. 6–19.

References

1. Kubochkin, S. N. (2002). Tychkovka, Sarai, Potaskuy: Iz istorii tyumenskikh okrain XIX – nachala XX vv. Tyumen, Izdatel'stvo Yuriya Mandriki Publ., 296 p. (In Russian).
2. Kruzhinov, V. M. (eds.). (1994). Ocherki istorii Tyumenskoy oblasti. Tyumen, Komitet po pechati i massovoy informatsii administratsii Tyumenskoy oblasti Publ., 269 p. (In Russian).
3. Stefashov, A. E. Tyumenskiy kupets Ivan Ivanovich Ignatov – odin iz osnovateley parokhodstva v Zapadnoy Sibiri v XIX v. Torgovlya, kupechestvo i tamozhennoe delo v Rossii v XVI-XIX vv. : sbornik

materialov Tret'ey mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, September, 24-26, Kolomna, Moskovskiy gosudarstvennyy oblastnoy sotsial'no-gumanitarnyy institute Publ., pp. 225-232. (In Russian).

4. Putevoditel' po Irtyshu i Obi : 1916 / Tovarishchestvo Zapadno-Sibirskogo parokhodstva i trgovli. – Petrograd : Tip. M. Pivovarskogo i Ts. Tipografa. – p. 78. (In Russian).
5. Smirnov, G. N., Aristarkhov, V. V., Levachev, S. N., Sidorova, A. G., & Korchagin, E. A. (2003). Porty i portovye sooruzheniya. Moscow, ASV Publ., 463 p. (In Russian).
6. Rechkin, M. A. Istoriya Tyumenskogo rechnogo porta/. (In Russian). Available at: <https://studylib.ru/doc/983648/istoriya-tyumenskogo-rechnogo-porta-rechkin-maksim-andreevich/>. (accessed 02.06.2022).
7. Volynets, E. I., Kulikova, I. V. (2019). Urban development of historical areas in Tyumen late in the 19th and early 20th centuries. Journal of Construction and Architecture, 21(2), pp. 24-36. (In Russian). DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-2-24-36.
8. Gelfond, A. L. (2007). Arkhitekturnoe proektirovanie obshchestvennykh zdaniy i sooruzheniy. Moscow, Arkhitektura-S Publ., 278 p. (In Russian).
9. Indeks kachestva gorodskoy sredy. (In Russian). Available at: <https://индекс-городов.пф/#/> (accessed 02.06.2022).
10. Klimenko, A. I., Poroshin, O. S., Fedorov, A. N., & Khramtsov, A. B. (2021). World and domestic experience in the design of mooring facilities. Architecture, Construction, Transport, (1), pp. 6-19. (In Russian).

Сведения об авторах

Третьякова Александра Алексеевна, бакалавр, выпускник кафедры дизайна архитектурной среды, Тюменский индустриальный университет, e-mail: arhid.tyumen@yandex.ru

Федоров Андрей Николаевич, доцент кафедры дизайна архитектурной среды, Тюменский индустриальный университет, e-mail: fedorovan@tyuiu.ru

Information about the authors

Alexandra A. Tretyakova, Bachelor, Graduate of the Department of Architectural Environment Design, Industrial University of Tyumen, e-mail: arhid.tyumen@yandex.ru

Andrey N. Fedorov, Associate Professor at the Department of Architectural Environment Design, Industrial University of Tyumen, e-mail: fedorovan@tyuiu.ru

Для цитирования: Третьякова, А. А. Проектное предложение по реновации территории речного порта города Тюмени / А. А. Третьякова, А. Н. Федоров. – DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-16-29. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 2 (100). – С. 16–29.

For citation: Tretyakova, A. A., & Fedorov, A. N. (2022). Project proposal for renovation of the territory of the river port of Tyumen. Architecture, Construction, Transport, (2(100)), pp. 16-29. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-16-29.

ПОСТРОЕНИЕ И ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ ПРОЧНОСТИ НА РАСТЯЖЕНИЕ ПРИ ИЗГИБЕ ОТ СООТНОШЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА

А. В. Ерофеев, А. А. Морковин, Т. И. Горохов
Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

CONSTRUCTION AND VERIFICATION OF THE ADEQUACY OF THE REGRESSION EQUATION OF THE BENDING TENSILE STRENGTH FROM THE RATIO OF COMPOSITE MATERIAL COMPONENTS

Aleksandr V. Erofeev, Alexander A. Morkovin, Timofei I. Gorokhov
Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Аннотация. В настоящее время большинство материалов, используемых в строительной отрасли, являются композитными. Это обуславливает необходимость подбора их оптимального состава, что можно сделать с помощью математического планирования эксперимента. В данной работе для определения наиболее приемлемого состава композитного материала на основе гипсового вяжущего с добавлением древесных опилок по критерию прочности на растяжение при изгибе было выполнено математическое планирование эксперимента. Для измерения прочности на растяжение при изгибе использовался пресс. Также в работе получено уравнение регрессии, построена поверхность отклика и выполнена проверка адекватности полученных коэффициентов регрессии.

Abstract. Nowadays, most of the materials used in the construction industry are composites. This is why it is necessary to select their optimal composition, which can be done using the mathematical planning of the experiment. In order to determine the most appropriate composition of the composite material based on gypsum binder with the addition of sawdust according to the criterion of the bending tensile strength, mathematical planning of the experiment was performed. The press was used to measure the bending tensile strength. The regression equation has been also obtained, the response surface has been constructed and the adequacy check of the obtained regression coefficients has been performed.

Ключевые слова: гипс, древесные опилки, композитный материал, коэффициенты регрессии, критерий Фишера, матрица планирования, растяжение при изгибе, уравнение регрессии, экспериментальные испытания

Key words: gypsum, sawdust, composite material, regression coefficients, Fisher criterion, planning matrix, tension in bending, regression equation, experimental tests

Введение

В настоящее время в строительной отрасли все чаще применяют различные виды отделочных материалов. Их ассортимент достаточно широк и включает, в том числе, изделия из гипса и материалы на его основе. Гипс очень давно получил широкое применение в строительной сфере. Результаты археологических исследований, проведенных с применением современных технологий, свидетельствуют о том, что использовать природный необожженный гипс начали еще в 11–10 тысячелетиях до н. э. Первые упоминания о применении обожженного гипса датируются 3700 годом до н. э.

В древности чаще всего применялась одна из разновидностей гипса – алебастр. Данный материал предположительно получил свое название от древнеегипетского города Алабастро-на, вблизи которого располагались залежи этого минерала.

В современном строительстве все чаще применяют не чистый гипс, а материалы на его основе. Например, большое количество материалов, изготовленных на гипсовой основе, являются гипсобетонными. В качестве заполнителей нередко используют керамзит, кварцевый песок или шлаковую пемзу. Также они могут иметь в своем составе льняную кору, макулатуру и даже стебли камыша. Одним из таких отделочных ма-



Рис. 1. Отделочный материал на основе гипсового вяжущего с добавлением древесных опилок

териалов является новый материал на основе гипсового вяжущего с добавлением древесных опилок (рис. 1).

При разработке любого композитного материала встает вопрос определения оптимального соотношения компонентов, который можно решить посредством математического планирования эксперимента. В настоящей работе оптимальный состав композитного материала на основе гипсового вяжущего и древесных опилок выполнен с позиции прочностных характеристик (прочности при поперечном изгибе).

Методы и принципы исследования

Предел прочности на растяжение при изгибе определяется по ГОСТ 23789-2018¹. Для этого были

¹ ГОСТ 23789-2018. Вяжущие гипсовые. Методы испытаний = Gypsum binders. Test methods : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 мая 2018 г. N 109-П) : введен впервые : дата введения 01.05.2019 / разработан Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» при участии Российской гипсовой ассоциации, общества с ограниченной ответственностью «КНАУФ ГИПС», группы компаний «Волма», закрытого акционерного общества «Самарский гипсовый комбинат» и федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный технический университет». – Москва : Стандартинформ, 2018. – 17 с. – Текст : непосредственный.

изготовлены образцы из гипсового вяжущего и древесных опилок; гипс марки Г-16 перемешивался с древесными опилками, полученную смесь добавляли в воду с одновременным перемешиванием. До начала сроков схватывания смесью заполняли форму. После полного затвердевания экспериментальные образцы доставали. Образцы изготавливали по нормам ГОСТ 125-2018².

В проведенных экспериментах по определению предела прочности при изгибе был использован пресс (рис. 2). Образец располагался на опорах, удаление которых от центра прикладываемой нагрузки составляло 50 мм (возможная погрешность – 0,15 мм). Образец размещали таким образом, чтобы поверхность, на которую должен опираться образец, при изготовлении была вертикальной [1]. Нагрузку, прикладываемую к середине образца, увеличивали постепенно. Величина нагрузки изменялась со скоростью 50 Н/с. В момент



Рис. 2. Пресс

разрушения образца, образования трещины фиксировалась нагрузка, прилагаемая к образцу.

Результаты

Для определения оптимального состава отделочного материала по критерию прочности на растяжение при изгибе было выполнено математическое планирование эксперимента [2], целью которого являлось нахождение уравнения регрессии зависимости прочности от соотношения исходных компонентов, а также проверка его адекватности. В результате проведения математического планирования эксперимента [3] были получены четыре точки плана эксперимента, каждой из которых соответствует определенное граничное соотношение компонентов: гипсового вяжущего, воды и древесных опилок. Содержание исходных компонентов в процентах с учетом их кодировок (+1 и –1) было занесено в таблицу 1, в которую также были внесены данные экспериментальных исследований прочности на изгиб.

Для увеличения точности полученных данных испытания на изгиб проводились несколько раз – не менее трех для каждой из точек математического планирования. После чего полученные результаты усреднялись.

Уравнение регрессии в общем виде может быть представлено так:

$$\hat{y} = b_0 + b_1 \frac{x_1}{x_2} + b_2 \frac{x_3}{x_2}, \quad (1)$$

где b_0 , b_1 , b_2 – коэффициенты уравнения регрессии.

² ГОСТ 125-2018. Вяжущие гипсовые. Технические условия = Gypsum binders. Specifications : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30.05.2018 № 109-П) : введен впервые : дата введения 01.05.2019 / разработан Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» при участии Российской гипсовой ассоциации, общества с ограниченной ответственностью «КНАУФ ГИПС», группы компаний «Волма», закрытого акционерного общества «Самарский гипсовый комбинат» и федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный технический университет». – Москва : Стандартинформ, 2018. – 12 с. – Текст : непосредственный.

Таблица 1

Матрица планирования

№ опыта	План в кодированных переменных		План в отношениях		План в исходных переменных			Отклик y , МПа Прочность			
	δ_1	δ_2	z_1	z_2	$x_1, \%$	$x_2, \%$	$x_3, \%$	y_1	y_2	y_3	$\bar{y}$
1	-1	-1	0,78	0,22	38,89	50,00	11,11	1,85	2,22	1,68	1,92
2	-1	+1	0,78	0,44	35,00	45,00	20,00	1,27	0,96	1,25	1,16
3	+1	-1	1,00	0,22	45,00	45,00	10,00	0,68	1,92	1,84	1,48
4	+1	+1	1,00	0,44	40,91	40,91	18,18	0,61	1,37	1,88	1,28

В качестве аргументов x_1, x_2, x_3 приняты, соответственно, вода, гипс марки Г-16 (вяжущее вещество), опилки (мелкий заполнитель).

Тогда уравнение регрессии с учетом условий кодирования может быть представлено в виде:

$$\hat{y} = b_0 + b_1\delta_1 + b_2\delta_2, \quad (2)$$

где

$$\delta_1 = \frac{z_1 - z_1^{(0)}}{p_{z1}} = \frac{x_1 - \left(\frac{x_1}{x_2}\right)^0}{p_{z1}}, \quad (3)$$

$$\delta_2 = \frac{z_2 - z_2^{(0)}}{p_{z2}} = \frac{x_3 - \left(\frac{x_3}{x_2}\right)^0}{p_{z2}},$$

где $\left(\frac{x_1}{x_2}\right)^0, \left(\frac{x_3}{x_2}\right)^0$ – отношения относительных содержаний компонентов в начальной точке плана, p_{z1}, p_{z2} – интервалы изменения новых переменных z_1 и z_2 , равные $[z_1^{(0)} - z_1^{(H)}], [z_2^{(e)} - z_2^{(0)}]$;

$\left(\frac{x_1}{x_2}\right)^{(e)}, \left(\frac{x_3}{x_2}\right)^{(e)}$ – верхний уровень отношения компонентов, $\left(\frac{x_1}{x_2}\right)^{(H)}, \left(\frac{x_3}{x_2}\right)^{(H)}$ – нижний уровень отношения компонентов.

На основании данных таблицы 1 были найдены коэффициенты уравнения регрессии b_0, b_1 и b_2 :

$$b_0 = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + y_4}{4} = \frac{1,92 + 1,16 + 1,48 + 1,28}{4} = 1,46,$$

$$b_1 = \frac{-y_1 - y_2 + y_3 + y_4}{4} = \frac{-1,92 - 1,16 + 1,48 + 1,28}{4} = -0,08,$$

$$b_2 = \frac{-y_1 + y_2 - y_3 + y_4}{4} = \frac{-1,92 + 1,16 - 1,48 + 1,28}{4} = -0,24,$$

$$y = 1,46 - 0,08\delta_1 - 0,24\delta_2. \quad (4)$$

После чего были найдены p_{z1} и p_{z2} :

$$p_{z1} = z_1^{(0)} - z_1^{(H)} = 0,89 - 0,78 = 0,11,$$

$$p_{z2} = z_2^{(6)} - z_2^{(0)} = 0,44 - 0,33 = 0,11,$$

где p_{z1}, p_{z2} – интервалы варьирования новых переменных.

Подставим полученные значения в формулу:

$$\delta_1 = \frac{\frac{x_1}{x_2} - 0,89}{0,11} = 9,09 \frac{x_1}{x_2} - 8,09,$$

$$\delta_2 = \frac{\frac{x_3}{x_2} - 0,33}{0,11} = 9,09 \frac{x_3}{x_2} - 3,00.$$

Следовательно, уравнение регрессии имеет вид:

$$y = 2,83 - 0,73 \frac{x_1}{x_2} - 2,18 \frac{x_3}{x_2}. \quad (6)$$

Воспроизводимость эксперимента исследовали путем проверки гипотезы об однородности оценки дисперсии с помощью теста Кохрена.

$$G = \frac{\max_g \{s_g^2\}}{\sum_{g=1}^N s_g^2 \{y\}}. \quad (7)$$

Однородность оценок s_g^2 дисперсий представлена в таблице 2.

Предельное значение коэффициента Кохрена $G_{кр}$ является табличным значением и принимается в зависимости от числа степеней свободы и уровня значимости. При $\nu_{180с} = m - 1 = 2$, $\nu_{280с} = N = 4$ и $q_{80с} = 5\%$ $G_{кр}$ составляет 0,7679. Расчетная величина G для экспериментальных данных не превышает критического значения $G_{кр}$, следовательно, гипотеза об однородности выборочных дисперсий отвечает результатам наблюдений [4].

Таким образом, всю группу выборочных дисперсий s_g^2 можно считать оцениваемой при одной и той же генеральной дисперсии $\sigma^2\{y\}$ воспроизводимости эксперимента. Ее наилучшая оценка имеет вид:

$$s_{\text{вос}}^2 \{y\} = \frac{1}{N(m-1)} \sum_{g=1}^N s_g^2 \{y\}, \quad (8)$$

$$s_{\text{вос}}^2 \{y\} = 0,249.$$

Определив коэффициенты уравнения регрессии b , проверим предположения об их значимости, т. е. соответствующие нуль-гипотезы $b = 0$, с помощью критерия Стьюдента, эмпирическое значение которого определяется по формуле:

$$t = \frac{|b|}{s\{b\}}, \quad (9)$$

где

$$s^2 \{b\} = \frac{1}{Nm} s_{\text{вос}}^2 \{y\},$$

Таблица 2

Однородность оценок s_g^2 дисперсий

$s_1^2 = \left(\left \bar{y} - y_1 \right \right)^2$	$s_2^2 = \left(\left \bar{y} - y_2 \right \right)^2$	$s_3^2 = \left(\left \bar{y} - y_3 \right \right)^2$	G
0,004	0,092	0,058	0,600
0,012	0,039	0,008	0,665
0,643	0,196	0,129	0,664
0,456	0,007	0,349	0,561

$$s\{b\} = \sqrt{\frac{0,249}{3 \cdot 4}} = 0,144,$$

$$t = \frac{|b|}{0,144}.$$

В том случае, если найденное значение параметра t превышает значение $t_{кр} = 2,3060$ для числа степеней свободы, $\nu_{зн} = N(m-1) = 8$, знак заданного значения уровня значимости $q_{зн}$ (5 %), то проверяемая нуль-гипотеза отклоняется, и соответствующий коэффициент b признается значимым (таблица 3). В противном случае нуль-гипотеза не отвергается и коэффициент b не является статистически значимым, т. е. $b = 0$ [5].

Таблица 3

Коэффициенты регрессии

	b	t
b_0	2,83	19,65
b_1	-0,73	5,07
b_2	-2,18	15,14

Найденная величина параметра t превышает значение $t_{кр}$ для оценок b_0 , b_1 и b_2 , поэтому оценка всех коэффициентов является значимой [5].

Оценим в одной и той же точке отклонение от прогнозируемого уравнения регрессии величины отклика Y_g на результаты наблюдений $\bar{Y}_g$ с целью проверки гипотезы об адекватности математического описания экспериментальных данных [6]. Рассеяние результатов наблюдений вблизи уравнения регрессии, оценивающего истинную функцию отклика, можно охарактеризовать с помощью дисперсии адекватности:

$$s_{ад}^2 = \frac{m}{N-d} \sum_{g=1}^N (\bar{y}_g - y_g)^2, \quad (10)$$

где d – число определяемых коэффициентов [7].

Дисперсия адекватности определяется с числом степеней свободы $\nu_{ад} = N - d$.

Суть проверки гипотезы адекватности заключается в выяснении связи между дисперсией адекватности $s_{ад}^2$ и оценкой дисперсии воспроизводимости отклика $s_{вос}^2$ (таблица 4). Если данные оценки дисперсии однородны, то математическое описание адекватно представляет результаты эксперимента; в противном случае описание считается не соответствующим [8]. Гипотеза адекватности проверяется с использованием критерия Фишера, который позволяет проверить гипотезу об однородности двух выборочных дисперсий $s_{ад}^2$ и $s_{вос}^2\{y\}$. Если $s_{ад}^2 > s_{вос}^2\{y\}$, F-критерий характеризуется отношением

$$F = s_{ад}^2 / s_{вос}^2\{y\}. \quad (11)$$

Если вычисленное по результатам наблюдений эмпирическое значение F-критерия меньше критического $F_{кр'}$

$$\nu_{1ад} = N - d = 1, \quad \nu_{2ад} = \nu_{зн} = N(m-1) = 8 \quad (12)$$

при заданном уровне значимости $q_{ад}$ (5 %), то гипотезу об адекватности не отвергают. В противном случае гипотезу отвергают, а математическое описание признается неадекватным:

$$s_i^2 = \left(\left| \bar{y} - y_i \right| \right)^2. \quad (13)$$

Таблица 4

Оценка дисперсии воспроизводимости отклика

$\bar{y}$	δ_1	δ_2	$y = 1,46 - 0,08\delta_1 - 0,24\delta_2$	$ \bar{y} - y $	$ \bar{y} - y ^2$
1,92	-1	-1	1,78	0,14	0,02
1,16	-1	+1	1,30	-0,14	0,02
1,48	+1	-1	1,62	-0,14	0,02
1,28	+1	+1	1,14	0,14	0,02
Среднее значение					0,02

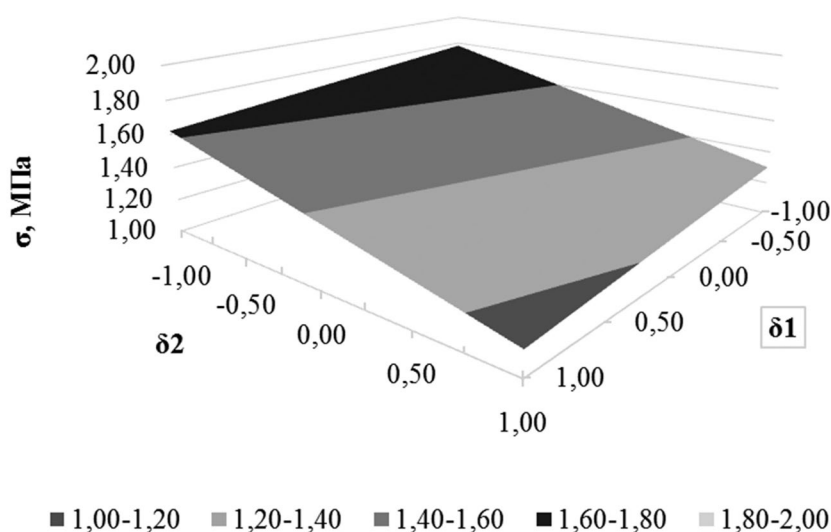


Рис. 3. Поверхность отклика

Вычисленное по результатам наблюдений значение критерия Фишера $F = 12,45$. Критическое значение $F_{кр} = 239$. Эмпирическое значение F-критерия меньше критического $F_{кр}$, следовательно, гипотеза об адекватности не отвергается, и полученное нами математическое описание является адекватным. Из гипотезы о значимости следует, что все коэффициенты b_1, b_2, b_3 значимы [9].

После проверки на основании полученного математического описания была построена поверхность отклика функций свойств материала от переменных в кодированных единицах (4).

Выводы

С использованием математического планирования эксперимента получено уравнение регрессии, позволяющее установить матема-

тическую зависимость между пределом прочности при изгибе отделочного материала из гипсового вяжущего с добавлением древесных опилок от соотношения исходных компонентов материала.

Проведение данного экспериментального испытания позволило вывести уравнение регрессии, используя математическое планирование. Проверка коэффициентов уравнения регрессии показала их адекватность [10]. Анализ полученного уравнения регрессии и поверхности отклика (рис. 3) позволяет сделать вывод о том, что оптимальный состав рассматриваемого композита с точки зрения прочности материала соответствует кодировке $(-1; -1)$, т. е. соотношение будет следующим: вода – 38,89 %; гипсовое вяжущее – 50 %; древесные опилки – 11,11 %.

Библиографический список

1. Макаричев, Ю. А. М 30 Методы планирования эксперимента и обработки данных : учебное пособие / Ю. А. Макаричев, Ю. Н. Иванников. – Самара : Самарский государственный технический университет, 2016. – 131 с. – Текст : непосредственный.
2. Кузнецова, Е. В. Э413 Математическое планирование эксперимента : учебно-методическое пособие для студентов очного и заочного обучения специальностей «Технология обработки металлов давлением», «Динамика и прочность машин», «Компьютерная механика», «Компьютерная биомеханика». – Пермь : Пермский государственный технический университет, 2011. – 35 с. – Текст : непосредственный.

3. Власов, О. Е. Строительная теплофизика. Состояние и перспективы развития / О. Е. Власов. – Москва : Госстройиздат, 1961. – 290 с. – Текст : непосредственный.
4. Прогнозирование теплопроводности композиционных материалов различного строения / Г. И. Горчаков, И. И. Лифанов, А. А. Багаутдинов, С. С. Ахмедов. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 1992. – № 4. – С. 27–29.
5. Соколовская, И. Ю. Полный факторный эксперимент : методические указания для самостоятельной работы студентов / И. Ю. Соколовская. – Новосибирск : Новосибирская государственная академия водного транспорта, 2010. – 36 с. – Текст : непосредственный.
6. Руководство по эксплуатации Э 12.102.010 РЭ. Измеритель теплопроводности ИТП-МГ4 : утвержден свидетельством Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 04 марта 2011 г. № 894 / изготовлен ООО «Специальное конструкторское бюро Стройприбор», г. Челябинск. – Челябинск. – 45 с. – Текст : непосредственный.
7. Гипс и материалы на его основе / А. Г. Губская, О. Н. Лебедева, В. С. Меленько, Е. А. Урецкая. – Минск : Стринко, 2009. – 184 с. – Текст : непосредственный.
8. Будников, П. П. Гипс, его исследование и применение / П. П. Будников. – Москва – Ленинград : Стройиздат Наркомстроя, 1943. – 378 с. – Текст : непосредственный.
9. Оборудование для контроля качества дорожно-строительных работ / Autolabkomplekt : [сайт]. – URL : <https://xn--80aadcr3abddjreo8al.xn--p1ai/>. – Текст : электронный (дата обращения : 05.04.2022).
10. Механизм твердения вяжущих и гипсовые материалы. Сборник трудов. Выпуск 1 / Всесоюз. гос. науч.-исслед. ин-т железобетонных изделий и нерудных материалов ВНИИЖелезобетон ; под ред. В. И. Разумаевой. – Москва : Промстройиздат, 1957. – 136 с. – Текст : непосредственный.

References

1. Makarichev, Yu. A., & Ivannikov, Yu. N. (2016). M 30 Metody planirovanie eksperimenta i obrabotki dannykh. Samara, Samara State Technical University Publ., 131 p. (In Russian).
2. Kuznetsova, E. V. (2011). E413 Matematicheskoe planirovanie eksperimenta. Perm, Permskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiiy universitet Publ., 35 p. (In Russian).
3. Vlasov, O. E. (1961). Stroitel'naya teplofizika. Sostoyanie i perspektivy razvitiya. Moscow, Gosstroyizdat Publ., 290 p. (In Russian).
4. Gorchakov, G. I., Lifanov, I. I., Bagautdinov, A. A., & Akhmedov, S. S. (1992). Prognozirovanie teploprovodnosti kompozitsionnykh materialov razlichnogo stroeniya. Stroitel'nye Materialy, (4), pp. 27-29. (In Russian).
5. Sokolovskaya, I. Yu. (2010). Polnyy faktornyy eksperiment. Novosibirsk, Novosibirskaya gosudarstvennaya akademiya vodnogo transporta Publ., 36 p. (In Russian).
6. Izmeritel' teploprovodnosti ITP-MG4. Rukovodstvo po ekspluatatsii E 12.102.010 RE. Approved: 04.03.2011. (In Russian). Available at: http://www.stroypribor.com/netcat_files/316/175/manual_itp.pdf (accessed 23.03.2022).
7. Gubskaya, A. G., Lebedeva, O. N., Melen'ko, V. S., & Uretskaya, E. A. (2009). Gips i materialy na ego osnove. Minsk, Strinko Publ., 184 p. (In Russian).
8. Budnikov, P. P. (1943). Gips, ego issledovanie i primeneniye. Moscow, Sroyizdat Narkomstroya Publ., 378 p. (In Russian).
9. Oborudovanie dlya kontrolya kachestva dorozhno-stroitel'nykh rabot. Autolabkomplekt. (In Russian). Available at: <https://xn--80aadcr3abddjreo8al.xn--p1ai/> (accessed 05.04.2022).
10. Razumaeva, V. I. (eds.). (1957). Mekhanizm tverdeniya vyazhushchikh i gipsovy materialy. Sbornik trudov. Vypusk 1. Moscow, Promstroyizdat Publ., 136 p. (In Russian).

Сведения об авторах

Ерофеев Александр Владимирович, к. т. н., доцент кафедры конструкций зданий и сооружений, Тамбовский государственный технический университет, e-mail: AV.Erofeev@yandex.ru

Морковин Александр Алексеевич, студент кафедры конструкций зданий и сооружений, Тамбовский государственный технический университет, e-mail: alexalexalexalex23@gmail.com

Горохов Тимофей Иванович, аспирант кафедры конструкций зданий и сооружений, Тамбовский государственный технический университет, e-mail: gorohowt@yandex.ru

Information about the authors

Aleksandr V. Erofeev, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Structures of Buildings and Constructions, Tambov State Technical University, e-mail: AV.Erofeev@yandex.ru

Alexander A. Morkovin, Student at the Department of Structures of Buildings and Constructions, Tambov State Technical University, e-mail: alexalexalexalex23@gmail.com

Timofei I. Gorokhov, Postgraduate at the Department of Structures of Buildings and Constructions, Tambov State Technical University, e-mail: gorohowt@yandex.ru

Для цитирования: Ерофеев, А. В. Построение и проверка адекватности уравнения регрессии прочности на растяжение при изгибе от соотношения компонентов композитного материала / А. В. Ерофеев, А. А. Морковин, Т. И. Горохов. – DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-30-38. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 2 (100). – С. 30–38.

For citation: Erofeev, A. V., Morkovin, A. A., & Gorokhov, T. I. (2022). Construction and verification of the adequacy of the regression equation of the bending tensile strength from the ratio of composite material components. Architecture, Construction, Transport, (2(100)), pp. 30-38. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-30-38.

РАЗРАБОТКА СОСТАВА СУХОЙ ШТУКАТУРНОЙ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ИЗВЕСТИ

В. Е. Румянцева¹, Д. А. Панченко², Ю. Ф. Панченко²

¹ Ивановский государственный политехнический университет, Иваново, Россия

² Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

DEVELOPMENT OF A DRY PLASTER MIX BASED ON LIME

Varvara E. Rumyantseva¹, Dmitrii A. Panchenko², Iuliia F. Panchenko²

¹ Ivanovo State Polytechnic University, Ivanovo, Russia

² Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. В настоящее время вновь растет интерес к штукатурным покрытиям на основе извести ввиду их оптимальной паропроницаемости и биостойкости. В данной статье рассматривается возможность производства сухой известковой штукатурной смеси на основе известково-песчаной смеси заводов по производству силикатного кирпича. Дополнительно улучшить технологические и эксплуатационные характеристики известковой сухой штукатурной смеси предложено путем применения добавок – редиспергируемого полимерного порошка и эфира целлюлозы.

Ключевые слова: известь, штукатурная смесь, редиспергируемый полимер, эфир целлюлозы

Abstract. There is a renewed interest in lime-based plaster coatings due to their optimal vapour permeability and bioproofness. This article discusses the possibility of producing dry lime plaster mix based on the lime-sand mixture of plants for the production of silicate bricks. Additionally improve the technological and operational characteristics of the lime dry plaster mix is proposed by using additives – redispersible polymer powder and cellulose ether.

Key words: lime, plaster mix, redispersible polymer, cellulose ether

Введение

Штукатурные растворы на основе извести широко применялись вплоть до XX века. С изобретением портландцемента и развитием мас-

сового промышленного производства известковые растворы ушли из широкого применения, однако в последнее время интерес к ним вновь начинает расти. Связано это с тем, что с повыше-

нием уровня жизни, развитием науки и техники все большее значение приобретают вопросы экологичности и безопасности материалов, а также комфорта и сохранения здоровья граждан [1]. Влажность окружающего воздуха оказывает серьезное влияние на самочувствие человека. Материалы с высокой паропроницаемостью, какими являются известковые штукатурные покрытия, способствуют регулированию влажности воздуха в помещении [1–3], кроме того, они обладают высокой коррозионной и биостойкостью [4, 5].

При проведении отделочных работ широко используют сухие строительные смеси, готовые к применению [6]. На российском рынке сухие строительные штукатурные смеси на основе известки-пушонки представлены марками «Крепс Антик 1», «Рунит», BaunitKalkPutz, Quick-mixMKE [2, 3]. Все они имеют достаточно высокую стоимость.

Объект и методы исследования

Для производства сухой штукатурной смеси на основе известки может быть использован полуфабрикат для производства силикатного кирпича. Он представляет собой смесь гашеной известки и песка в определенных пропорциях. Преимуществом известково-песчаной смеси (ИПС) является то, что она, во-первых, содержит оптимальное количество известки, необходимое для заполнения пустот между зернами песка, во-вторых, после смешивания известки, песка и воды смесь загружается в силос, где происходит ее выдерживание до полного гашения известки. Частицы $\text{Ca}(\text{OH})_2$ при гашении в таких стесненных условиях и отсутствии свободного удаления пара имеют более высокую, по сравнению с традиционно применяемой для сухих строительных

смесей известью-пушонкой, дисперсность. Это позволяет при меньшем расходе известки получать качественные смеси с хорошими технологическими характеристиками.

Для сравнения свойств известково-песчаной штукатурки на основе известки-пушонки и на основе ИПС было приготовлено два образца раствора: первый – путем добавления воды к ИПС с активностью по $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 9,3 %, гашеной в силосе; второй – путем смешивания песка с известью-пушонкой в соотношении, обеспечивающем получение такой же активности по $\text{Ca}(\text{OH})_2$, и последующего добавления воды.

Качество растворной смеси (водоотделение, пластичность) и свойства затвердевшего раствора (средняя плотность, прочность при сжатии, капиллярное водопоглощение) оценивались по ГОСТ Р 58767-2019¹. Дополнительно визуально оценивался цвет растворных смесей и затвердевшего раствора.

Получение качественных сухих строительных смесей, обладающих хорошей технологичностью, устойчивостью к сползанию, адгезией к основанию, невозможно без применения современных химических добавок [7–9]. Одной из таких добавок, являющихся неотъемлемой частью любой штукатурной смеси, являются эфиры целлюлозы (ЭЦ), которые уменьшают водоотделение, предотвращают быстрое высыхание и, как следствие, повышают трещиностойкость штукатурного слоя, увеличивают адгезию к основанию. Твердение известковых строительных материалов реализуется за счет процесса карбонизации $\text{Ca}(\text{OH})_2$ [10]. Однако этот процесс происходит очень медленно и захватывает в основном поверхностные слои [11]. Для придания прочности штукатурному слою в начальные периоды вре-

¹ ГОСТ Р 58767-2019. Растворы строительные. Методы испытаний по контрольным образцам = Mortars. Test methods using reference specimens : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13.12.2019 № 1398-ст : введен впервые / разработан структурными подразделениями акционерного общества «НИЦ «Строительство» : Центральным научно-исследовательским институтом строительных конструкций им. В. А. Кучеренко ; научно-исследовательским и технологическим институтом бетона и железобетона им. А. А. Гвоздева и акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации». – Москва : Стандартинформ, 2020. – 22 с. – Текст : непосредственный.

мени нами предложено вводить в состав сухой ретиспергируемый полимерный порошок.

Целью данной работы является исследование влияния эфиров целлюлозы и ретиспергируемого полимера на технологические и физико-механические свойства штукатурного раствора на основе известково-песчаной смеси.

Применяемые материалы

1. Известково-песчаная смесь (ИПС). Представляет собой полуфабрикат для производства силикатного кирпича завода ООО «Винзлинский завод керамзитового гравия». Составляет из кварцевого песка с модулем крупности 0,7 и известково-кремнеземистого вяжущего с активностью 55 %. Активность ИПС – 9,5 %.
2. Эфир целлюлозы (ЭЦ). Представляет собой водорастворимую гидроксипропилметилцеллюлозу, не модифицированную НР 100 А. Предназначен для противодействия провисанию растворов (сползанию штукатурки); эффективно предотвращает растрескивание растворов, увеличивает адгезию.
3. Ретиспергируемый полимерный порошок (РП) – связующее на основе полимеров винилацетата, винилверсатата и этилена НW5111.

Для ретиспергируемого полимерного порошка предельная дозировка, установленная производителем, составляет 5 % от массы сухой смеси.

Результаты и обсуждение

В ходе эксперимента визуально отмечено, что штукатурный раствор на основе ИПС имеет более светлый тон, а образцы на основе известково-песчаной смеси легко осыпаются по граням (рис. 1).

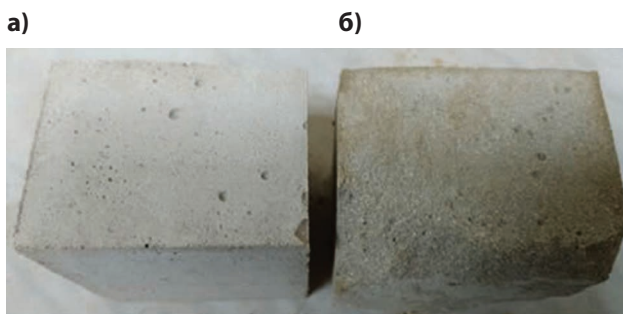


Рис. 1. Внешний вид образцов затвердевшего штукатурного раствора: а) на основе ИПС; б) на основе известково-пушонки

Прочность при сжатии раствора на основе известково-песчаной смеси составила 0,3 МПа, что в 2,5 раза ниже прочности раствора на основе ИПС. На основании этого можно сделать вывод о целесообразности изготовления сухой штукатурной смеси на основе ИПС.

Штукатурный раствор на основе ИПС обладает следующими характеристиками:

- средняя плотность – 1 400-1 500 кг/м³;
- прочность на сжатие в возрасте 28 суток – 0,6-0,7 МПа;
- капиллярное водопоглощение – 0,95-0,98 кг/(м²·мин^{0,5}).

Нормативным документом, регламентирующим требования к сухим штукатурным смесям, является ГОСТ 33083-2014². Несмотря на то, что данный ГОСТ распространяется на цементные штукатурные смеси, характеристики известково-песчаных растворов также должны удовлетворять данным требованиям, так как они сформулированы на основе реальных потребительских запросов.

Согласно данному стандарту, по прочности на сжатие в возрасте 28 суток штукатурный раствор соответствует классу КП I. Однако большинство современных штукатурных составов для

² ГОСТ 33083-2014. Сухие строительные смеси на цементном вяжущем для штукатурных работ. Технические условия = Dry building plaster cement binder mixes. Specifications : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 14.11.2014 № 72-П) : введен впервые : дата введения 01.07.2015 / разработан «Некоммерческим партнерством «Союз производителей сухих строительных смесей» при участии Московского государственного строительного университета, Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 11 с. – Текст : непосредственный.

внутренних работ имеют класс по прочности КП II. Кроме того, по капиллярному водопоглощению (не более $0,4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{мин}^{0,5})$) штукатурный раствор не соответствует требованиям обозначенного ГОСТа. Капиллярное водопоглощение играет особенно важную роль в возникновении и развитии коррозионных процессов, в том числе и биокоррозии, в штукатурном покрытии [12, 13].

Результаты исследований, представленные на рис. 2–4, показали следующее:

- предельная дозировка редиспергируемого полимера, при которой достигается максимальная прочность штукатурного раствора при сжатии (рис. 2) и изгибе (рис. 3), составляет 4 % от массы сухой смеси;
- минимальная дозировка редиспергируемого полимера, обеспечивающая прочность при сжатии штукатурного раствора (отмечена красной линией на рис. 2), соответствующую классу КП II (2,5 МПа), составляет 1,5 % от массы сухой смеси;
- требуемое капиллярное водопоглощение штукатурного раствора (отмечено красной линией на рис. 4) обеспечивается при дозировке редиспергируемого полимера 2,5 % от массы сухой смеси;
- требуемая дозировка редиспергируемого полимера в составе сухой строительной смеси составляет 2,5 %, так как штукатурный

раствор должен удовлетворять требованиям ГОСТа и по прочности при сжатии, и по капиллярному водопоглощению.

Другим важным показателем качества штукатурного раствора, регламентируемым ГОСТ 33083-2014, является прочность сцепления с основанием, которая должна быть не менее 0,3 МПа. Прочность сцепления с основанием штукатурного раствора без редиспергируемого полимера определить не представляется возможным, так как из-за низкой прочности самого раствора происходит когезионный отрыв, нагрузка при этом составляет всего 0,22 МПа. Поэтому влияние эфира целлюлозы на прочность сцепления раствора с основанием определялось при содержании в нем требуемого количества редиспергируемого полимера – 2,5 %. Также определялась прочность при сжатии затвердевшего раствора, так как эфиры целлюлозы могут оказывать на нее влияние. Результаты исследования показали следующее:

- с увеличением содержания эфира целлюлозы в составе сухой строительной смеси увеличивается прочность сцепления раствора с основанием, при этом прочность при сжатии незначительно снижается;
- при содержании ЭЦ 0,3 % от массы сухой строительной смеси происходит когезионное разрушение раствора. Это говорит о том, что в данном случае прочность сцепле-

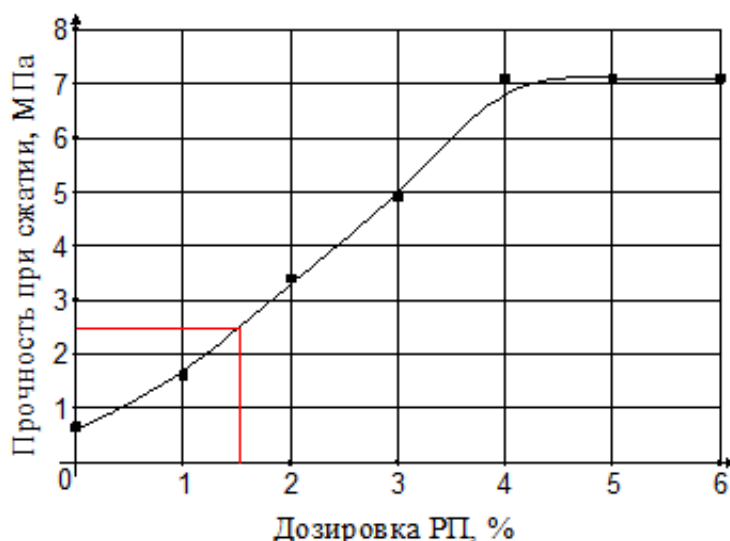


Рис. 2. Влияние РП на прочность при сжатии штукатурного раствора на основе ИПС

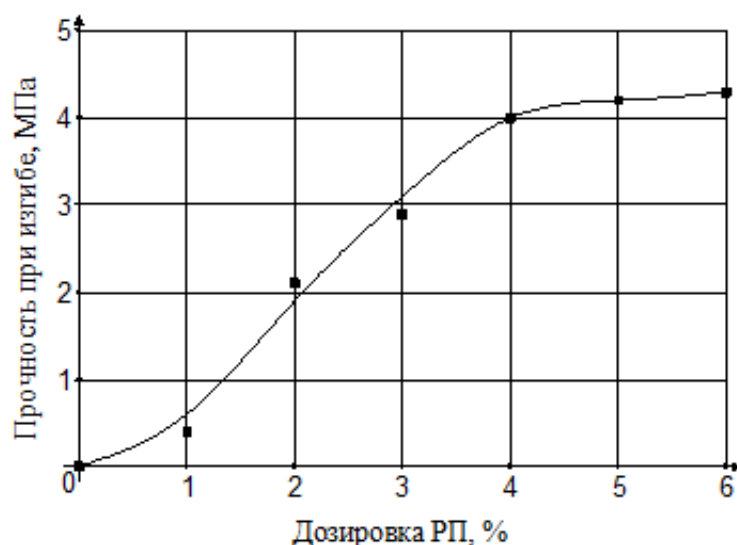


Рис. 3. Влияние РП на прочность при изгибе штукатурного раствора на основе ИПС

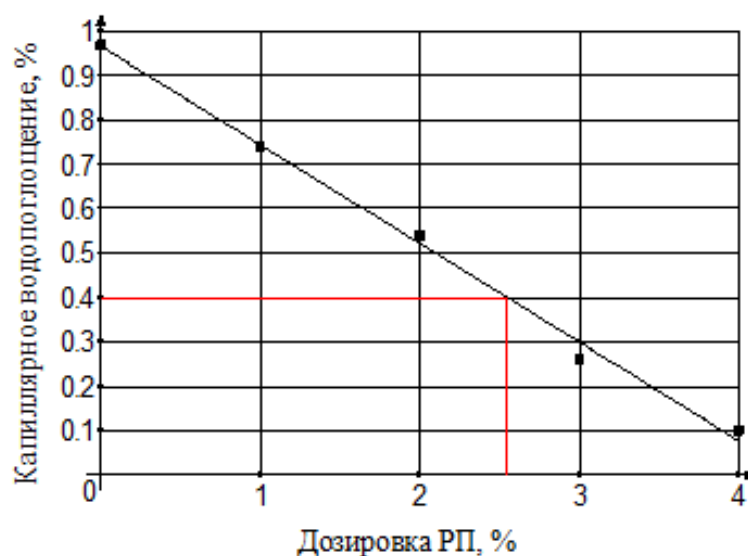


Рис. 4. Влияние РП на капиллярное водопоглощение штукатурного раствора на основе ИПС

ния раствора с основанием выше прочности раствора на разрыв;

- минимальное содержание ЭЦ, обеспечивающее требуемую прочность сцепления раствора с основанием, составляет 0,1 % от массы сухой строительной смеси.

Результаты исследования сведены в таблицу. На основании визуальной оценки влияния эфира целлюлозы на водоотделение и вязкость штукатурного раствора установлено, что при содержании добавки 0,1 % у штукатурного раство-

ра отсутствует водоотделение, но консистенция раствора недостаточно связная, а при дозировке добавки 0,3 % от массы сухой смеси появляется чрезмерная «липкость» раствора, увеличивается вязкость, что затрудняет его переработку. Таким образом, оптимальное содержание эфира целлюлозы составляет 0,2 %.

Выводы

На основании проведенных исследований показана возможность производства сухой шту-

Влияние эфира целлюлозы на прочность сцепления раствора с основанием

№ состава	Содержание ЭЦ, %	Прочность при сжатии, МПа	Прочность при отрыве от основания, МПа	Характер разрушения
1	0	4,15	0,28	адгезионный
2	0,1	3,91	0,32	адгезионный
3	0,2	3,77	0,40	адгезионный
4	0,3	3,50	0,47	когезионный

катурной смеси на основе ИПС завода по производству силикатного кирпича. Обоснована эффективность применения для регулирования свойств штукатурного раствора добавок эфира целлюлозы и региспергируемого полимера. Установлены оптимальные дозировки добавок в количестве: редиспергируемый полимерный порошок – 2,5 %; эфир целлюлозы – 0,2 % от массы

сухой строительной смеси. Штукатурный раствор на основе данной смеси имеет прочность при сжатии 3,8 МПа, что соответствует классу по прочности КП II, прочность сцепления с основанием – 0,4 МПа, капиллярное водопоглощение 0,4 кг/(м²·мин^{0,5}). Раствор полностью удовлетворяет требованиям ГОСТ 33083-2014 в качестве штукатурного покрытия для внутренних работ.

Библиографический список

1. Штукатурные покрытия как регулятор параметров микроклимата в помещении: обзор теоретических и экспериментальных исследований / В. В. Строкова, М. Н. Сивальнева, С. В. Неровная, Б. Б. Второв. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 2021. – № 7. – С. 32–72. – DOI: 10.31659/0585-430X-2021-793-7-32-72.
2. Логанина, В. И. Применение метода нечеткого отношения предпочтения при оценке конкурентоспособности известковой сухой строительной смеси / В. И. Логанина, Е. И. Куимова, Т. В. Учаева. – Текст : непосредственный // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2015. – № 1. – С. 36–40.
3. Известковая штукатурка МКЕ – комфорт от природы. – Текст : непосредственный // Сухие строительные смеси. – 2018. – № 2. – С. 8–9.
4. Реставрация исторических объектов с применением современных сухих строительных смесей / Ю. В. Пухаренко, А. М. Харитонов, Н. Н. Шангина, Т. Ю. Сафонова. – Текст : непосредственный // Вестник гражданских инженеров. – 2011. – № 1 (26). – С. 98–103.
5. Хуторской, С. В. Биокоррозия и биостойкость известковых композитов / С. В. Хуторской, В. Т. Ерофеев, В. Ф. Смирнов. – Текст : непосредственный // Вестник Волжского регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. – 2011. – № 14. – С. 132–135.
6. Абдразаков, Э. Ф. Перспективы развития механизированных способов отделки сухими строительными смесями / Э. Ф. Абдразаков, И. Ф. Зубаиров, С. А. Дергунов. – Текст : непосредственный // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – № 13 (63). – С. 77.
7. Чеснокова, Т. В. Изучение грибковой коррозии бетона с помощью модельной среды / Т. В. Чеснокова, В. Е. Румянцева, С. А. Логинова. – Текст : непосредственный // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2019. – № 3 (59). – С. 85–89.

8. Теоретические основы создания сухих строительных смесей / Л. Х. Загороднюк, В. С. Лесовик, Е. С. Глаголев [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2016. – № 9. – С. 40–52.
9. Слюсарь, О. А. Модифицирующие добавки в сухих строительных смесях / О. А. Слюсарь, А. Д. Мишина. – Текст : непосредственный // Молодежь и научно-технический прогресс : Сборник докладов XII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 3 т. Т. 1. – Губкин, 18 апреля 2019 года. – Губкин: ООО «Ассистент плюс», 2019. – С. 448–451.
10. Конструкционные и теплоизоляционные строительные материалы принудительного карбонатного твердения из вторичного сырья / Н. В. Любомирский, С. И. Федоркин, А. С. Бахтин [и др.]. – Симферополь : Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2021. – 408 с. – Текст : непосредственный.
11. Румянцева, В. Е. Особенности коррозии бетона и железобетона в хлоридных и углекислых средах / В. Е. Румянцева, И. Н. Гоглев. – Текст : непосредственный // Информационная среда вуза. – 2016. – № 1(23). – С. 379–382.
12. Принципы математического моделирования при бактериальной коррозии цементного камня / С. В. Федосов, В. Е. Румянцева, Т. В. Чеснокова, С. А. Логинова. – Текст : непосредственный // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2017 году : Сборник научных трудов Российской академии архитектуры и строительных наук. – Москва : Издательство АСВ, 2018. – С. 487–491. – DOI: 10.22337/9785432302663-487-491.
13. Влияние составов сухих строительных смесей на технические свойства строительных материалов / А. Ж. Альжанова, А. К. Зайнутдинов, Б. К. Сарсенбаев [и др.]. – Текст : непосредственный // Управление инновациями: теория, методология, практика. – 2016. – № 18. – С. 56–59.

References

1. Strokova, V. V., Sivalneva, M. N., Nerovnaya, S. V., & Vtorov, B. B. (2021). Plaster coverings as a regulator of indoor microclimate parameters: an overview of theoretical and experimental research. *Construction Materials*, (7), pp. 32-72. (In Russian). – DOI: 10.31659/0585-430X-2021-793-7-32-72.
2. Loganina, V. I., Kuimova, E. I., & Uchaeva, T. V. (2015). Primenenie metoda nechetkogo otnosheniya predpochteniya pri otsenke konkurentosposobnosti izvestkovoy sukhoy stroitel'noy smesi. *Bulletin of BSTU named after V. G. Shukhov*, (1), pp. 36-40.
3. Izvestkovaya shtukaturka MKE – komfort ot prirody. Sukhie stroitel'nye smesi. (In Russian). Available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_34972475_33020150.pdf (accessed 23.04.2022).
4. Pukharens, U. V., Kharitonov, A. M., Shangina, N. N., & Safonova, T. Yu. (2011). Historical objects` restoration with the application of dry building mixtures. *Bulletin of Civil Engineers*, (1(26)), pp. 98-103. (In Russian).
5. Khutorskoy, S. V., Erofeev, V. T. & Smirnov, V. F. (2011). Biokorroziya i biostoykost' izvestkovykh kompozitov. *Vestnik Volzhskogo regional'nogo otdeleniya Rossiyskoy akademii arkhitektury i stroitel'nykh nauk*, (14), pp. 132-135. (In Russian).
6. Abdrazakov, E. F., Zubairov, I. F., & Dergunov, S. A. (2006). Perspektivy razvitiya mekhanizirovannykh sposobov otdelki sukhimi stroitel'nymi smesyami. *Vestnik of the Orenburg State University*, (13(63)), pp. 77. (In Russian).
7. Chesnokova, T. V., Romyantseva, V. E. & Loginova, S. A. (2019). Study of fungary corrosion of concrete by means of model environment. *Modern High Technologies. Regional Application*, (3(59)), pp. 85-89. (In Russian).
8. Zagorodnuk, L. H., Lesovik, V. S., Glagolev, E. S., Volodchenko, A. A., Voronov, V. V., & Kucherov, A. S. (2016). Teoreticheskie osnovy sozdaniya suhih building mixes. *Bulletin of BSTU named after V. G. Shukhov*, (9), pp. 40-52. (In Russian).

9. Slyusar', O. A. & Mishina, A. D. (2019). Modifitsiruyushchie dobavki v sukhikh stroitel'nykh smesyakh. Molodezh' i nauchno-tekhnicheskii progress : Sbornik dokladov XII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh. April, 18. Gubkin, OOO «Assistent plyus» Publ., 1, pp. 448-451. (In Russian).
10. Lyubomirskiy, N. V., Fedorkin, S. I., Bakhtin, A. S., Bakhtina, T. A., Nikolaenko, E.Yu., & Nikolaenko, V. V. (2021). Forced carbonate hardened structural and heat-insulating building materials from recycled materials : monograph. Simferopol, PP "ARIAL" Publ., 408 p. (In Russian).
11. Roumyantseva, V. E., & Goglev, I. N. (2016). Peculiarities of concrete and reinforced concrete corrosion in chloride and carbonate environments. Informatsionnaya sreda vuza (sm. v knigakh), (1(23)), pp. 379-382. (In Russian).
12. Fedosov, S., Rummyantseva, V., Chesnokova, T., & Loginova S. (2018). Principles of mathematical modeling in the bacterial corrosion of cement stone. Fundamental'nye, poiskovye i prikladnye issledovaniya RAASN po nauchnomu obespecheniyu razvitiya arkhitektury, gradostroitel'stva i stroitel'noy otrasli Rossiyskoy Federatsii v 2017 godu : Sbornik nauchnykh trudov Rossiyskoy akademii arkhitektury i stroitel'nykh nauk. Moscow, ASV Publ., pp. 487-491. (In Russian). DOI: 10.22337/9785432302663-487-491.
13. Al'zhanova, A. Zh., Zaynutdinov, A. K., Sarsenbaev, B. K., Suleymbek, G. A., & Beysenali, A. K. (2016). Vliyaniye sostavov sukhikh stroitel'nykh smesey na tekhnicheskkiye svoystva stroitel'nykh materialov. Upravleniye innovatsiyami: teoriya, metodologiya, praktika, (18), pp. 56-59. (In Russian).

Сведения об авторах

Румянцева Варвара Евгеньевна, д. т. н., профессор, директор Института информационных технологий, естественных и гуманитарных наук, заведующий кафедрой естественных наук и техносферной безопасности, Ивановский государственный политехнический университет, e-mail: isgen@ivgpu.com

Панченко Дмитрий Алексеевич, старший преподаватель кафедры строительных материалов, Тюменский индустриальный университет, e-mail: panchenkoda@tyuiu.ru

Панченко Юлия Федоровна, к. т. н., доцент кафедры строительных материалов, Тюменский индустриальный университет, e-mail: panchenkojf@tyuiu.ru

Information about the authors

Varvara E. Rummyantseva, Doctor of Engineering, Professor, Director at the Institute of Information Technologies, Natural Sciences and Humanities, Head at the Department of Natural Sciences and Technosphere Security, Ivanovo State Polytechnic University, e-mail: isgen@ivgpu.com

Dmitrii A. Panchenko, Senior Lecturer at the Department of Building Materials, Industrial University of Tyumen, e-mail: panchenkoda@tyuiu.ru

Iuliia F. Panchenko, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Building Materials, Industrial University of Tyumen, e-mail: panchenkojf@tyuiu.ru

Для цитирования: Румянцева, В. Е. Разработка состава сухой штукатурной смеси на основе извести / В. Е. Румянцева, Д. А. Панченко, Ю. Ф. Панченко. – DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-39-46. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 2 (100). – С. 39–46.

For citation: Rummyantseva, V. E., Panchenko, D. A., & Panchenko, Iu. F. (2022). Development of a dry plaster mix based on lime. Architecture, Construction, Transport, (2(100)), pp. 39-46. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-39-46.

СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ТОНКОСТЕННОГО ДВУХСЛОЙНОГО ТРУБОПРОВОДА С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ПРОДОЛЬНОЙ СЖИМАЮЩЕЙ СИЛЫ ПРИ ПОЛУПОДЗЕМНОЙ ПРОКЛАДКЕ

В. Г. Соколов, И. О. Разов, Е. И. Лободенко, С. И. Волынец
Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

FREE VIBRATIONS OF A THIN-WALLED TWO-LAYER PIPELINE, TAKING INTO ACCOUNT THE EFFECT OF THE LONGITUDINAL COMPRESSIVE FORCE IN A SEMI-UNDERGROUND LAYING

Vladimir G. Sokolov, Igor' O. Razov, Elena I. Lobodenko, Svyatoslav I. Volynets
Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. В статье рассмотрена цилиндрическая двухслойная оболочка, подверженная действию продольной сжимающей силы. В качестве расчетной схемы принята неоднородная цилиндрическая двухслойная оболочка конечной длины, состоящая из стальной трубы и защитного железобетонного слоя. На основании использования допущений полубезмоментной теории оболочек получено уравнение движения оболочки в усилиях и перемещениях. С учетом допущений полубезмоментной теории цилиндрических оболочек сформирована и решена система дифференциальных уравнений, получено решение по определению частоты свободных колебаний с учетом влияния внутреннего рабочего давления, неоднородного давления грунта на стенку трубы и продольной сжимающей силы.

Abstract. The article considers a cylindrical two-layer shell subjected to a longitudinal compressive force. An inhomogeneous cylindrical two-layer shell of finite length, consisting of a steel pipe and a protective reinforced concrete layer, was adopted as the calculation scheme. Based on the use of the assumptions of the theory of shells by Vasiliy Z. Vlasov, the equation of motion of the shell in efforts and displacements was obtained. A system of differential equations has been formed and solved taking into account the assumptions of this theory of cylindrical shells, the solution for determining the frequency of free vibrations taking into account the effect of internal working pressure, inhomogeneous ground pressure on the pipe wall and a longitudinal compressive force has been obtained.

Ключевые слова: неоднородная оболочка, двухслойная оболочка, собственные колебания, магистральный газопровод, тонкостенная оболочка

Key words: inhomogeneous shell, two-layer shell, natural vibrations, main gas pipeline, thin-walled shell

Введение

Двухслойные композитные трубопроводы, состоящие из стальной трубы, покрытой особо тяжелым железобетоном, являются современным решением, позволяющим, благодаря высокой коррозионной стойкости, высокой жесткости и собственному весу, прокладывать магистрали в зонах сезонного подтопления участков с многолетнемерзлым грунтом, в болотистой местности и местах пересечения рек и озер. Такие трубопроводы являются наиболее эффективными для многолетней эксплуатации за счет снижения затрат на капитальный и местный ремонт. Протяженность таких магистралей может достигать тысячи километров, а значит, их эксплуатация осуществляется в грунтах с различными физикомеханическими свойствами и при разной температуре окружающей среды, что может вызывать действие продольной силы, которая, в свою очередь, отрицательно влияет на работу конструкции. Именно поэтому вопрос их жесткости интересен и актуален для исследования.

На данный момент расчет магистральных трубопроводов ведется согласно СП 36.13330.2012¹ с позиции стержневой теории, в соответствии с которой тонкостенная труба не является стержнем, если диаметр трубопровода превышает 1 000 мм. В связи с этим расчет таких трубопроводов нужно вести с позиции тонких оболочек [1–10]. Для корректного расчета необходимо учитывать деформацию поперечного сечения трубы, влияние

внутреннего рабочего давления и продольной сжимающей силы, что не охватывают известные решения по стержневой теории.

Объект и методы исследования

Объектом изучения являются тонкостенные магистральные трубопроводы, уложенные в водоненный грунт диаметром свыше 1 000 мм, параметр тонкостенности определяется отношением толщины стенки к радиусу h/R . Практический интерес представляют трубы с соотношением толщины стенки к радиусу от 1/20 до 1/50, именно при этом соотношении трубопровод работает как тонкостенный элемент, а не как тонкая оболочка. Это было доказано в работах [2, 9, 10].

Предметом исследования являются свободные колебания трубопроводов ω . Исходя из [6, 9, 10], наименьшими частотами являются ω_{21} , при которых происходит образование одной полуволны в продольном направлении и двух в окружном, что соответствует оболочечной форме колебаний. В критическом состоянии происходит потеря устойчивости трубопровода, сопровождаемая местным смятием поперечного сечения. Потеря устойчивости, как правило, вызывается действием продольной сжимающей силы, природа появления которой весьма разнообразна (смещение опор, тепловое воздействие, просадка грунта).

В статье использованы современные аналитические методы строительной механики и ма-

² СП 36.13330.2012. Магистральные трубопроводы = Trunk pipelines : Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85* : издание официальное : утвержден приказом Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Госстрой) от 25.12.2012 № 108/ГС : дата введения 01.07.2013 / исполнители : открытое акционерное общество «Инжиниринговая нефтегазовая компания – Всесоюзный научно-исследовательский институт по строительству и эксплуатации трубопроводов, объектов ТЭК», открытое акционерное общество «Акционерная компания по транспорту нефти «Транснефть», общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий», общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт транспорта нефти и нефтепродуктов» и открытое акционерное общество «Институт по проектированию магистральных трубопроводов». – Москва : ФАУ «ФЦС», 2013. – Текст : непосредственный.

тематики. Решения основаны на методике, предложенной В. З. Власовым, В. В. Новожиловым, В. П. Ильиным и другими учеными.

Результаты

В качестве расчетной схемы принимаем неоднородную цилиндрическую двухслойную оболочку конечной длины L (рис. 1, 2), состоящую из стальной трубы толщиной h_2 (слой 2) и защитного железобетонного слоя толщиной h_1 (слой 1), тогда реакция упругого отпора грунта q_{zp} , проявляющаяся в процессе деформации поперечного сечения, может быть представлена в виде:

$$q_{zp} = kRw(0,5 - \alpha_1 \cos \theta - \alpha_2 \cos 3\theta), \quad (1)$$

где k – коэффициент упругого отпора, α_1, α_2 – коэффициенты, зависящие от типа грунта, принимаются экспериментальным способом.

Уравнение движения в усилиях будет иметь вид:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial^2 T_1}{\partial \xi^2} + \frac{\partial}{\partial \xi} \left(r \frac{\partial M_2}{\partial \theta} \right) - \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\frac{1}{R_2^*} \frac{\partial M_2}{\partial \theta} \right) - \\ & - \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \left(\frac{R_2^*}{R_2} \frac{\partial M_2}{\partial \theta} \right) - \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \left(\frac{R_2^*}{R_1^*} T_1 \right) + \frac{\partial}{\partial \xi} (RX_1) - \\ & - \frac{\partial}{\partial \theta} (RX_2) - \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} (R_2^* X_3) = 0, \end{aligned} \quad (2)$$

где $\xi = \frac{X}{R}$ и θ – безразмерные продольные и окружные координаты, M_2 – изгибающие моменты в окружном направлении,

$$X_1 = -Rhp \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}, \quad X_2 = -Rhp \cdot \frac{\partial^2 g}{\partial t^2}, \quad X_3 = -Rhp \cdot$$

$$\cdot \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + p_0 - kRw(0,5 - \alpha_1 \cos \theta - \alpha_2 \cos 3\theta) - \text{инер-$$

ционные силы в продольном, окружном и тангенциальном направлениях,

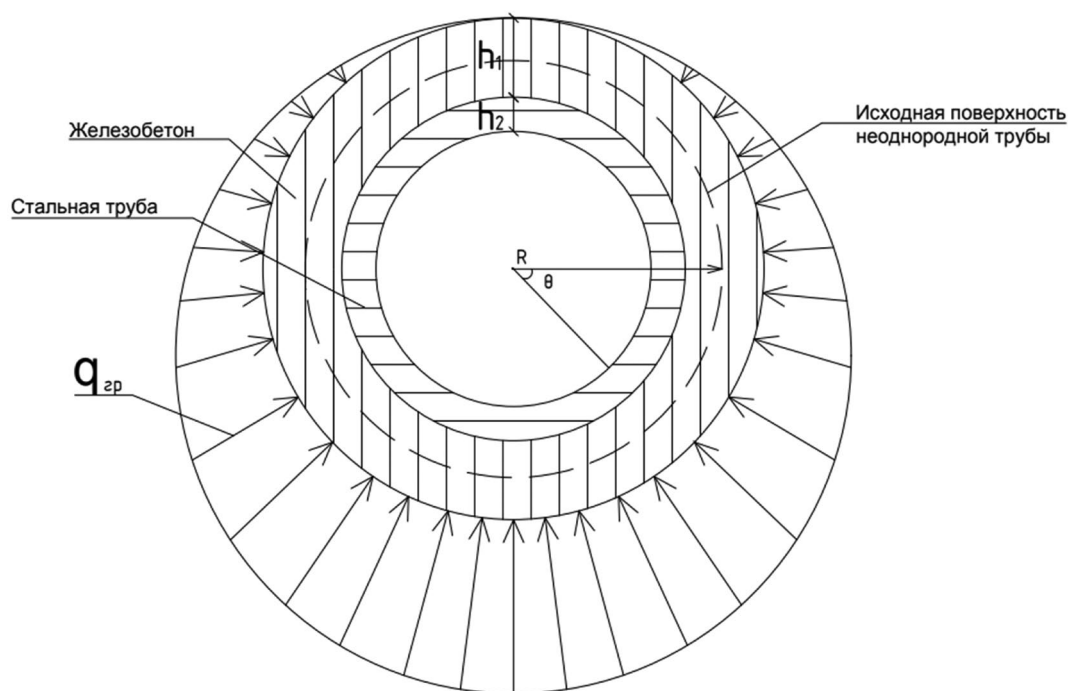


Рис. 1. Реакция упругого отпора грунта

где $\rho = \frac{\gamma_{cp}}{g}$ – приведенная плотность материала слоев оболочки,

$\gamma_{cp} = \frac{\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2}{h}$ – усредненный удельный вес,

R_1^* и R_2^* – радиусы кривизны оболочки в деформированном состоянии (индекс 1 – продольное направление, индекс 2 – окружное),

p_0 – внутреннее давление.

Для решения задачи необходимо перейти к уравнению движения оболочки в перемещениях, для этого будем использовать основные допущения полубезмоментной теории оболочек. Исходя из них, соотношения усилий с деформациями запишутся в виде [1, 2, 6]:

$$\begin{aligned} M_1 &= \mathcal{D} \kappa_2, \\ M_2 &= D \kappa_2, \\ T_1 &= (1 - \nu^2) B \varepsilon_1, \\ \varepsilon_2 &= -\mathcal{G} \varepsilon_1, \end{aligned} \quad (3)$$

где T_1 – продольные нормальные усилия, M_1 и M_2 – изгибающие моменты в продольном и окружном направлениях соответственно,

$\kappa_2 = -\frac{1}{R} \frac{\partial v_2}{\partial \theta}$ – кривизна.

Относительная деформация в продольном направлении рассчитывается следующим образом:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_0 + \frac{\partial u}{\partial \xi}, \quad (4)$$

где $\varepsilon_0 = \frac{F}{E_0 A}$, при этом $E_0 = (1 - \nu^2) \frac{B}{h}$ – приведенный модуль упругости на растяжение/сжатие, F – продольная сила.

Природа появления продольной сжимающей силы весьма разнообразна, она может быть следствием смещения опор, температурных деформаций, просадки грунта.

В дальнейшем будем рассматривать влияние продольной силы через безразмерный параметр $\rho = \frac{F}{F_s}$, где F_s – Эйлера сила.

Приведенные жесткости на растяжение/сжатие (B) и изгиб (D) представим в виде:

$$B = \frac{1}{(1 - \nu^2)} (E_1 h_1 + E_2 h_2), \quad (5)$$

$$\begin{aligned} D = \frac{1}{3(1 - \nu^2)} \{ & (E_1 [(h_1 - Z_0)^3 + Z_0^3] + \\ & + E_2 [(h_2 + Z_0)^3 - Z_0^3]) \}, \end{aligned} \quad (6)$$

где E_1 и E_2 – модуль упругости бетона и стали соответственно,

h_1 и h_2 – толщина бетона и стали соответственно, Z_0 – расстояние от слоя стыковки до исходной поверхности:

$$Z_0 = \frac{E_1 h_1^2 - E_2 h_2^2}{2(E_1 h_1 + E_2 h_2)}. \quad (7)$$

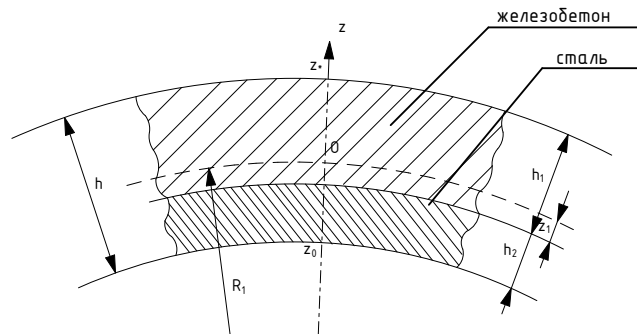


Рис. 2. Расположение нейтральной поверхности трубы

Соотношения между деформациями и перемещениями полубезмоментной теории имеют вид:

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial \theta} + w &= 0, \quad \frac{\partial w}{\partial \xi} + \frac{\partial u}{\partial \theta} = 0, \\ \mathcal{G}_2 &= \frac{\partial w}{\partial \theta} - \nu, \quad r = -\frac{1}{R_0} \frac{\partial \mathcal{G}_2}{\partial \xi}. \end{aligned} \quad (8)$$

Преобразуя уравнение движения в усилиях (2), используя соотношения полубезмоментной теории оболочек, получаем в линеаризованном виде уравнение в перемещениях:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial^3 u}{\partial \xi^3} + \eta h_v^2 \left(\frac{\partial^3}{\partial \theta^3} \right) \left[\mathcal{G}_2 + \frac{\partial^2 \mathcal{G}_2}{\partial \theta^2} \right] + 2 \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2} \varepsilon_0 \right) - \\ & - \frac{P_0 R}{E_0 h} p_0 \frac{\partial^3 \mathcal{G}_2}{\partial \theta^3} + \frac{0,5 K R^2}{E_0 h} \frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2} - \\ & - \frac{K a_1 R^2}{E_0 h} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2} \cos \theta - 2 \frac{\partial w}{\partial \theta} \sin \theta - w \cos \theta \right) - \\ & - \frac{a_2 K R^2}{E_0 h} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2} \cos 3\theta - \frac{\partial w}{\partial \theta} 6 \sin 3\theta - 9 w \cos 3\theta \right) - \\ & - \frac{R^2 \rho}{E_0} \left(\frac{\partial^3 u}{\partial \xi \partial t^2} - \frac{\partial^3 v}{\partial \theta \partial t^2} - \frac{\partial^4 w}{\partial \theta^2 \partial t^2} \right) = 0, \end{aligned} \quad (9)$$

где u, v, w – перемещения в продольном, окружном и радиальном направлениях, отнесенных к радиусу, соответственно,

$\eta = \frac{E_v}{E_0}$ – коэффициент неоднородности,

где $E_v = \frac{(1-\nu^2)12D}{h^3}$ – приведенный модуль

упругости оболочки на изгиб,

E_0 – приведенный модуль упругости оболочки при растяжении/сжатии,

$h_v = \frac{h}{R\sqrt{12(1-\nu^2)}}$ – параметр относительной

толщины оболочки,

$h = h_1 + h_2$ – суммарная высота неоднородной оболочки,

ν – коэффициент Пуассона материала оболочки [11].

В уравнении (9) имеются четыре неизвестные функции координат и времени t : u, v, w и $\mathcal{G}_2$. Принимаем шарнирный тип закрепления оболочки в виде:

$$w = \sum_n \sum_m b_{mn} f(t) \sin \lambda_n \xi \cos m\theta. \quad (10)$$

Остальные составляющие перемещений найдем из допущений полубезмоментной теории. Подставим (10) в (8) и после преобразования получим полную систему уравнений:

$$v = -\frac{1}{m} \sum_n \sum_m b_{mn} f(t) \sin \lambda_n \xi \sin m\theta,$$

$$u = -\sum_n \sum_m \frac{\lambda_n}{m^2} b_{mn} f(t) \cos \lambda_n \xi \cos m\theta,$$

$$\mathcal{G}_2 = -\sum_n \sum_m \frac{m^2 - 1}{m} b_{mn} f(t) \sin \lambda_n \xi \sin m\theta, \quad (11)$$

где $\lambda_n = \frac{n\pi R}{L}$ – безразмерный параметр длины,

где $m, n = 1, 2$ – волновые числа в окружном и продольном направлениях.

Свободные колебания оболочки являются гармоническими:

$$f''(t) = -\omega_{mn}^2 \sin \omega_{mn} t, \quad (12)$$

где ω_{mn} – круговая частота свободных изгибных колебаний оболочки по формам $m, n = 1, 2, 3$.

Подставив (10) и (11) в (9) и приравняв коэффициенты при одинаковых тригонометрических функциях $\cos(m\theta)$ при $m = 1, 2, 3, \dots$, получаем бесконечную систему однородных линейных алгебраических уравнений относительно неизвестных амплитудных значений b_m радиальной составляющей перемещения w . Коэффициенты при неизвестных в этих уравнениях обозначим a_{ij} :

$$\begin{aligned} & a_{m,m-3} b_{n,m-3} + a_{m,m-1} b_{n,m-1} + a_{m,m} b_{n,m} + \\ & + a_{m,m+1} b_{n,m+1} + a_{m,m+3} b_{n,m+3} = 0, \end{aligned} \quad (13)$$

с условием, что $m-3 > 0$.

Коэффициент a_{ij} определяется выражениями:

$$a_{m,m} = A_{mn} - B_{mn} w_{mn}^2,$$

$$a_{m,m+1} = -\frac{m^2(m+1)^2}{2} k^* a_1,$$

$$a_{m,m+3} = -\frac{m^2(m+3)^2}{2} k^* a_1,$$

$$A_{mn} = \lambda_n^4 + \eta m^4 (m^2 - 1) (m^2 - 1 \pm p^* / \eta) + \\ + k^* m^4 - \lambda_n^4 m^4 P / n^2,$$

$$B_{mn} = Rh \rho^* (\lambda_n^2 h_v + m^2 + m^4), \quad (14)$$

где $p^* = \rho_0 \frac{R_0}{E_0 h h_v^2}, \quad \rho^* = \rho_0 \frac{R_0 \rho}{E_0 h h_v^2},$

$$k^* = \frac{R_0^2 k}{E_0 h h_v^2}, \quad P = \frac{F}{F_3},$$

где F – критическая продольная сила,
 F_3 – Эйлера сила.

Используя преобразования, представленные в работе [11], получим определитель вида:

$$|A - \lambda E_0| = \begin{vmatrix} d_{1,1} - \lambda & d_{1,2} & d_{1,3} \\ d_{2,1} & d_{2,2} - \lambda & d_{2,3} \\ d_{3,1} & d_{3,2} & d_{3,3} - \lambda \end{vmatrix} = 0, \quad (15)$$

где $\lambda = \omega_{m,n}^2, \quad d_{m,m} = \frac{A_{m,m}}{B_{m,n}}, \quad d_{m,m+1} = \frac{A_{m,m} \pm 1}{B_{m,n}},$

$$d_{m,m} = \frac{A_{m,m} \pm 3}{B_{m,n}}.$$

Дальнейшее решение задачи сводится к нахождению собственных чисел λ и, как следствие, спектра частот свободных колебаний, которые зависят от волновых чисел m и n с учетом различных геометрических и механических характеристик.

Проведем исследование полученных решений на примере стального газопровода со следующими характеристиками: соотношением толщины стенки h к радиусу R $1/20$ (толщина слоя бетона $h_1 = 20$ мм, стали $h_2 = 14,2$ мм) и параметром длины $L = 10R$. Участок подвержен действию параметра продольной сжимающей силы P от 0 до 0,185 и упругого основания грунта с коэффициентом постели k от 1 (песок свеженасыпанный) до 30 МН/м³ (грунты средней плотности, песок уплотненный) и коэффициентами $\alpha_1 = 0,25, \alpha_2 = 0,25$. Модуль упругости материала стальной трубы $E_{cm} = 2 \cdot 10^5$ МПа, бетонной рубашки $E_6 = 3 \cdot 10^4$ МПа. Результаты расчетов для первых трех наиболее важных гармоник сведены в таблицу и представлены в виде графиков на рисунках 3–7. Следует отметить, что расчет выполняется в технической частоте в Гц, для перехода от круговой частоты 1/с необходимо частоту поделить на 2π . Наименьшая частота для случая шарнирного закрепления реализуется при значениях волновых чисел $m = 2$ и $n = 1$, что соответствует оболочечной форме колебаний.

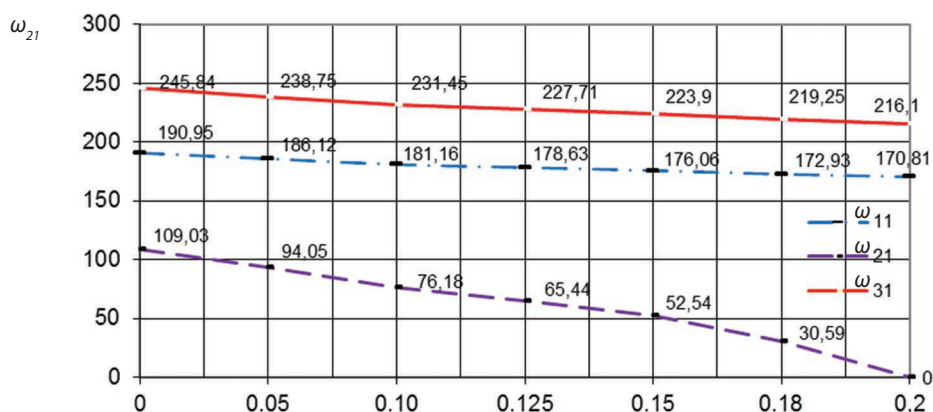
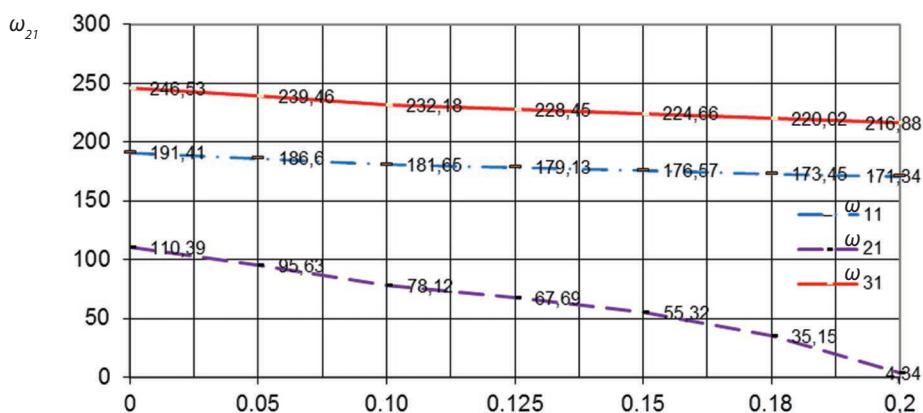
Таблица

Зависимость частот свободных колебаний ω_0 (Гц) от различных значений параметра продольной сжимающей силы P и упругого отпора грунта

$h/R = 1/20; p_0 = 3,0 \text{ (МПа)}; L/R = 10; k = 1 \text{ МН/м}^3; n = 1$							
$P = F/F_e$	0	0,05	0,10	0,125	0,15	0,18	0,2
ω_{11}	190,95	186,12	181,16	178,63	176,06	172,93	170,81
ω_{21}	109,03	94,05	76,18	65,44	52,54	30,59	0
ω_{31}	245,84	238,75	231,45	227,71	223,90	219,25	216,10
$h/R = 1/20; p_0 = 3,0 \text{ (МПа)}; L/R = 10; k = 5 \text{ МН/м}^3; n = 1$							
$P = F/F_e$	0	0,05	0,10	0,125	0,15	0,18	0,2
ω_{11}	191,41	186,60	181,65	179,13	176,57	173,45	171,34
ω_{21}	110,39	95,63	78,12	67,69	55,32	35,15	4,34
ω_{31}	246,53	239,46	232,18	228,45	224,66	220,02	216,88

Окончание таблицы на с. 53

$h/R = 1/20; p_0 = 3,0 \text{ (МПа)}; L/R = 10; k = 10 \text{ МН/м}^3; n = 1$							
$P = F/F_e$	0	0,05	0,10	0,125	0,15	0,18	0,2
ω_{11}	192,00	187,20	182,27	179,75	177,20	174,09	171,99
ω_{21}	112,07	97,57	80,48	70,40	58,61	40,13	19,83
ω_{31}	247,39	240,34	233,09	229,37	225,60	220,98	217,85
$h/R = 1/20; p_0 = 3,0 \text{ (МПа)}; L/R = 10; k = 20 \text{ МН/м}^3; n = 1$							
$P = F/F_e$	0	0,05	0,10	0,125	0,15	0,18	0,2
ω_{11}	193,16	188,39	183,50	181,00	178,47	175,38	173,29
ω_{21}	115,37	101,33	85,01	75,53	64,69	48,57	33,80
ω_{31}	249,09	242,10	234,89	231,21	227,46	222,89	219,78
$h/R = 1/20; p_0 = 3,0 \text{ (МПа)}; L/R = 10; k = 30 \text{ МН/м}^3; n = 1$							
$P = F/F_e$	0	0,05	0,10	0,125	0,15	0,18	0,2
ω_{11}	194,32	189,58	184,71	182,23	179,72	176,65	174,58
ω_{21}	118,57	104,96	89,31	80,34	70,24	55,75	43,50
ω_{31}	250,78	243,84	236,69	233,03	229,32	224,78	221,70

Рис. 3. Зависимость минимальных частот свободных колебаний ω_{21} (Гц) от параметра продольной сжимающей силы P при значениях упругого отпора грунта $k = 1 \text{ МН/м}^3$ Рис. 4. Зависимость минимальных частот свободных колебаний ω_{21} (Гц) от параметра продольной сжимающей силы P при значениях упругого отпора грунта $k = 5 \text{ МН/м}^3$

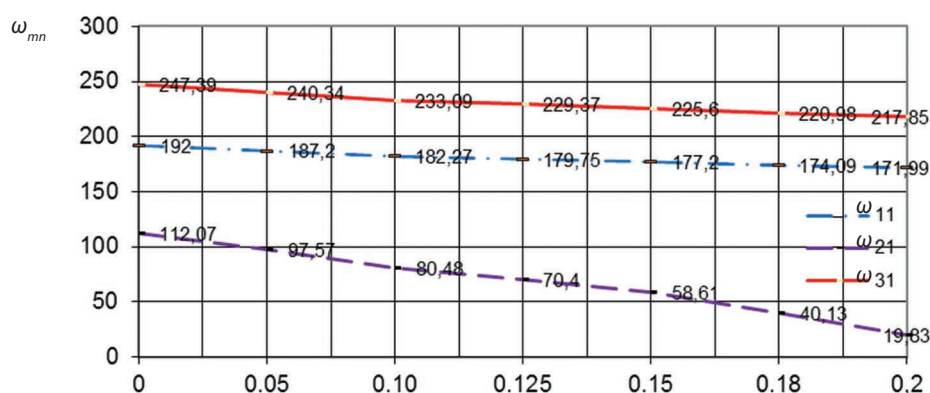


Рис. 5. Зависимость минимальных частот свободных колебаний ω_{21} (Гц) от параметра продольной сжимающей силы P при значениях упругого отпора грунта $k = 10 \text{ МН/м}^3$

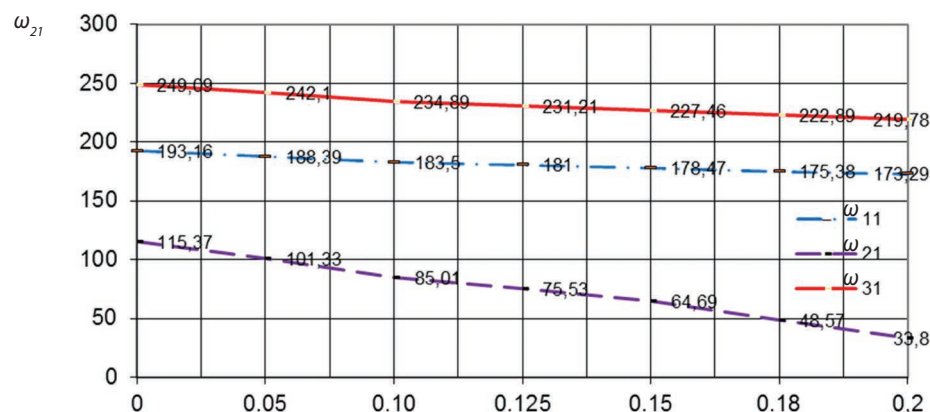


Рис. 6. Зависимость минимальных частот свободных колебаний ω_{21} (Гц) от параметра продольной сжимающей силы P при значениях упругого отпора грунта $k = 20 \text{ МН/м}^3$

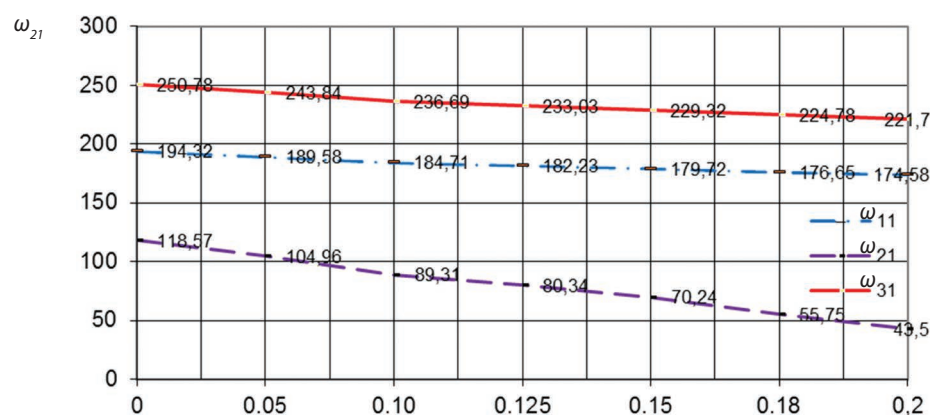


Рис. 7. Зависимость минимальных частот свободных колебаний ω_{21} (Гц) от параметра продольной сжимающей силы P при значениях упругого отпора грунта $k = 30 \text{ МН/м}^3$

Выводы

Получено и исследовано выражение по определению квадрата частоты свободных колебаний ω_{mn} магистрального трубопровода ЗУБ-композит,

представляющего собой двухслойную оболочку (слой металла и слой железобетона), в котором одновременно учтено влияние внутреннего рабочего давления, параметра продольной сжимающей

силы, упругого основания грунта, геометрических характеристик, а также инерционных сил в продольном, окружном и радиальном направлениях. Анализ полученных значений показал следующее:

1. Как и в ранее полученных результатах, минимальные частоты реализуются при ω_{21} , что соответствует оболочечным формам колебаний, сопровождающихся образованием двух полуволн в окружном направлении и одной полуволны в продольном направлении.
2. В результате увеличения значений коэффициента постели грунта частоты увеличиваются по причине увеличения жесткости самого трубопровода за счет окружающего грунта, например, при $P = 0$ и при $k = 1 \text{ МН/м}^3$ минимальная частота $\omega_{21} = 109,03 \text{ Гц}$, а при $k = 30 \text{ МН/м}^3$ минимальная частота $\omega_{21} = 118,57$, рост составляет 8 %. В случае, если при $P = 0,15$ и $k = 1 \text{ МН/м}^3$ минимальная частота $\omega_{21} = 52,54 \text{ Гц}$, а при $k = 30 \text{ МН/м}^3$ минимальная частота $\omega_{21} = 70,24$, рост составляет 25 %. Такое изменение частоты объясняется тем, что при увеличении значений параметра продольной сжимающей силы трубопровод является более жестким, и грунт препятствует овализа-

ции (сплющиванию) поперечного сечения.

3. Тенденция увеличения частот тесно связана со значениями параметра продольной сжимающей силы, например, при $k = 1 \text{ МН/м}^3$ и увеличении значений параметра продольной силы P от 0 до 0,2 падение частот составляет 100 %, что приводит к потере статической устойчивости, а при $k = 30 \text{ МН/м}^3$ падение составляет 63 %, что также подтверждает гипотезу о том, что грунт препятствует деформации поперечного сечения и увеличивает жесткость самого трубопровода.

Полученные в работе решения позволяют определить частоты свободных колебаний и произвести отстройку линейной части трубопровода от резонанса. Это может быть произведено на стадии проектирования трубопровода или во время замены выходящего из строя устаревшего оборудования и замены его на новое высокопроизводительное. Новые решения позволят учесть совместное влияние внутреннего рабочего давления, параметра продольной сжимающей силы, упругого основания грунта, а также инерционных составляющих сил в продольном, окружном и радиальном направлениях.

Благодарность. Исследование выполнено при финансовой поддержке Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-2681.2022.4 «Аналитические методы определения динамических характеристик тонкостенных трубопроводов большого диаметра в среде "труба – грунт" при стационарных и нестационарных воздействиях».

Acknowledgement. The research was supported financially by the Grant of the President of the Russian Federation for state support of young Russian scientists - candidates of sciences MK-2681.2022.4 "Analytical methods for determining the dynamic characteristics of the thin-walled pipelines of large diameter in the "pipe-soil" environment under stationary and non-stationary effects".

Библиографический список

1. Аксельрад, Э. Л. К теории неоднородных изотропных оболочек / Э. Л. Аксельрад. – Текст : непосредственный // Известия Академии наук СССР. Отделение технических наук. Механика и машиностроение. – 1958. – № 6. – С. 56–62.
2. Ильин, В. П. К расчету криволинейных биметаллических труб / В. П. Ильин. – Текст : непосредственный // Известия Академии наук СССР. Механика твердого тела. – 1973. – № 5. – С. 154–156.
3. Королев, В. И. Упругопластические деформации оболочек / В. И. Королев. – Москва : Машиностроение, 1971. – 300 с. – Текст : непосредственный.

4. Власов, В. З. Общая теория оболочек и ее приложения в технике / В. З. Власов. – Москва – Ленинград : Гостехиздат, 1949. – 784 с. – Текст : непосредственный.
5. Емельянов, Л. М. К расчету устойчивости круглоцилиндрических подземных труб / Л. М. Емельянов. – Текст : непосредственный // Доклады Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 1961. – Вып. 67. – С. 319–324.
6. Соколов, В. Г. Свободные колебания наземных газопроводов, обжатых продольной силой, с учетом упругого основания грунта. – Текст : непосредственный / В. Г. Соколов, И. О. Разов // Вестник гражданских инженеров. – 2013. – № 1 (36). – С. 29–31.
7. Болотин, В. В. Конечные деформации гибких трубопроводов / В. В. Болотин. – Текст : непосредственный // Труды Московского энергетического института. – 1956. – Вып. 19. – С. 272–291.
8. Болотин, В. В. Колебания и устойчивость упругой цилиндрической оболочки в потоке сжимаемой жидкости / В. В. Болотин. – Текст : непосредственный // Инженерный сборник. – 1956. – Т. 24. – С. 3–16.
9. Аксельрад, Э. Л. Расчет трубопроводов / Э. Л. Аксельрад, В. П. Ильин. – Ленинград : Машиностроение, 1972. – 240 с.
10. Ильин, В. П. О применении полубезмоментной теории к определению частот свободных колебаний круговой цилиндрической оболочки / В. П. Ильин, О. Б. Халецкая. – Текст : непосредственный // Исследования по расчету строительных конструкций / Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР, Ленинградский ордена Трудового Красного Знамени Инженерно-строительный институт. – Ленинград, 1974. – № 89. – С. 49–60.
11. Соколов, В. Г. Свободные колебания неоднородных тонких цилиндрических оболочек, заглубленных в грунт / В. Г. Соколов, И. О. Разов, С. И. Волюнец. – Текст : непосредственный // Научно-технический сборник «Вести газовой науки». – 2021. – № 1 (46). – С. 190–195.

References

1. Aksel'rad, E. L. (1958). K teorii neodnorodnykh izotropnykh obolochek. Izvestiya Akademii nauk SSSR. Otdelenie tekhnicheskikh nauk. Mekhanika i mashinostroenie, (6), pp. 56-62. (In Russian).
2. Il'in, V. P. (1973). K raschetu krivolinyeynykh bimetallicheskich trub. Izvestiya Akademii nauk SSSR. Mekhanika tverdogo tela, (5), pp. 154-156. (In Russian).
3. Korolev, V. I. (1971). Uprugoplasticheskie deformatsii obolochek. Moscow, Mashinostroenie Publ., 300 p. (In Russian).
4. Vlasov, V. Z. (1949). Obshchaya teoriya obolochek i ee prilozheniya v tekhnike. Moscow, Leningrad, Gostekhizdat Publ., 784 p. (In Russian).
5. Emel'yanov, L. M. (1961). K raschetu ustoychivosti kruglotsilindricheskikh podzemnykh trub. Doklady Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii, (67), pp. 319-324. (In Russian).
6. Sokolov, V. G., & Razov, I. O. (2013). Free vibrations of land gas pipelines compressed by longitudinal force taking into account the elastic base of soil. Bulletin of Civil Engineers Journal [Vestnik Grazhdanskih Inzhenerov], (1(36)), pp. 29-31. (In Russian).
7. Bolotin, V. V. (1956). Konechnye deformatsii gibkikh truboprovodov. Trudy Moskovskogo energeticheskogo instituta, (19), pp. 272-291. (In Russian).
8. Bolotin, V. V. (1956). Kolebaniya i ustoychivost' uprugoy tsilindricheskoy obolochki v potoke szhimae-moy zhidkosti. Inzhenernyy sbornik, (24), pp. 3-16. (In Russian).
9. Aksel'rad, E. L., & Il'in, V. P. (1972). Raschet truboprovodov. Leningrad, Mashinostroenie Publ., 240 p. (In Russian).
10. Il'in, V. P., & Khaletskaya, O. B. (1974). O primenenii polubezmomentnoy teorii k opredeleniyu chastot svobodnykh kolebaniy krugovoy tsilindricheskoy obolochki. Issledovaniya po raschetu stroitel'nykh konstruktsiy, Leningrad, (89), pp. 49-60. (In Russian).

-
11. Sokolov, V. G., Razov I. O., & Volynets, S. I. (2021). Free oscillations of heterogeneous thin cylinder ground-embedded shells. *Nauchno-tehnicheskiy sbornik Vesti gazovoy nauki*, (1(46)), pp. 190-195. (In Russian).

Сведения об авторах

Соколов Владимир Григорьевич, д. т. н., доцент, профессор кафедры строительной механики, Тюменский индустриальный университет, e-mail: sokolovvg@tyuiu.ru

Разов Игорь Олегович, к. т. н., доцент, заведующий кафедрой строительной механики, Тюменский индустриальный университет, e-mail: razovio@tyuiu.ru

Лободенко Елена Ивановна, к. ф.-м. н., доцент кафедры строительной механики, Тюменский индустриальный университет, e-mail: lobodenkoei@tyuiu.ru

Волынец Святослав Игоревич, ассистент кафедры строительных конструкций, Тюменский индустриальный университет, e-mail: volynetssi@tyuiu.ru

Information about the authors

Vladimir G. Sokolov, Doctor of Engineering, Associate Professor, Professor at the Department of Structural Mechanics, Industrial University of Tyumen, e-mail: sokolovvg@tyuiu.ru

Igor' O. Razov, Candidate of Engineering, Associate Professor, Head at the Department of Structural Mechanics, Industrial University of Tyumen, e-mail: razovio@tyuiu.ru

Elena I. Lobodenko, Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor at the Department of Structural Mechanics, Industrial University of Tyumen, e-mail: lobodenkoei@tyuiu.ru

Svyatoslav I. Volynets, Assistant at the Department of Building Constructions, Industrial University of Tyumen, e-mail: volynetssi@tyuiu.ru

Для цитирования: Свободные колебания тонкостенного двухслойного трубопровода с учетом влияния продольной сжимающей силы при полуподземной прокладке / В. Г. Соколов, И. О. Разов, Е. И. Лободенко, С. И. Волынец. – DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-47-57. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 2 (100). – С. 47–57.

For citation: Sokolov, V. G., Razov, I. O., Lobodenko, E. I., & Volynets, S. I. (2022). Free vibrations of a thin-walled two-layer pipeline, taking into account the effect of the longitudinal compressive force in a semi-underground laying. *Architecture, Construction, Transport*, (2(100)), pp. 47-57. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-47-57.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В СФЕРЕ МАЛОЭТАЖНОГО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

А. В. Кушнин, Р. И. Шенкман

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
Пермь, Россия

CURRENT TRENDS IN LOW-RISE ENERGY-EFFICIENT CONSTRUCTION

Andrey V. Kushnin, Roman I. Shenkman

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

Аннотация. В статье речь идет о преимуществах энергоэффективного строительства малоэтажных домов. Здания, возведенные с использованием энергосберегающих материалов и технологий, характеризующиеся малоотходностью и неагрессивным отношением к окружающей среде, ориентированы на комфортное, надежное, безопасное проживание, установление гармонии между человеком и жилищем, окружающей средой. Сделан акцент на необходимости формирования экологического мышления с целью реализации концепции экологичности малоэтажных сооружений и, как следствие, удовлетворения растущих потребностей человека в проживании в индивидуальном экодоме. Изложены современные тенденции строительства энергоэффективных домов в России.

Ключевые слова: малоэтажное строительство, энергоэффективный дом, экодом, экологичное сооружение, безопасные материалы, энергосберегающие материалы, экологическое мышление

Abstract. The article deals with the advantages of energy-efficient construction of low-rise buildings. Such buildings with the use of energy-saving materials and technologies, characterized by low waste and non-aggressive attitude to the environment, are oriented towards comfortable, reliable, safe living, and the harmony between man and dwelling and the environment. The attention on the necessity to form environmental thinking in order to implement the concept of environmental friendliness low-rise buildings and, as a consequence, to meet the growing needs of people to live in an individual eco-house is emphasized. Outlines current trends in the construction of energy-efficient homes in Russia.

Key words: low-rise construction, energy-efficient house, eco-house, green construction, safe materials, energy-saving materials, environmental thinking

*Реальность здания заключается не в четырех стенах
и крыше, а во внутреннем пространстве,
предназначенном для жизни в нем.*

Лао-цзы

Введение

Каждое поколение сталкивается с новыми вызовами в различных сферах жизнедеятельности. Но в любую эпоху проблема комфортного жилья остается актуальной, при этом уровень комфорта по-разному влияет на оценку качества жизни. В настоящее время в России растет спрос на малоэтажное жилье, расположенное вдали от городского шума, ближе к природе. В европейских странах оно стало пользоваться спросом в 1950–1960-х годах, в то время как в нашей стране тогда предпочтительнее было жить в благоустроенных квартирах многоэтажных домов, расположенных в центре крупных городов. Как показал анализ теоретической литературы, в России малоэтажное жилье стало особенно популярно в 2000-х [1, 2]. Изменения в жизни, которые произошли в период пандемии COVID-19 в 2020–2021 годах, когда возникла необходимость в изоляции людей, также повлияли на повышение интереса к нему. Иметь собственный одно- или двухэтажный дом вдали от центра города хотели бы многие семьи, и достичь желаемого в настоящее время вполне реально.

Говоря о современных тенденциях в сфере малоэтажного строительства, прежде всего следует обратить внимание на ориентированность на проблемы экологии в строительной сфере, которые исследуются учеными сквозь призму принципа антропоцентризма. Согласно ему, потребности человека являются определяющими при решении любых технологических проблем. Это значит, что малоэтажное строительство представляет собой одно из направлений развития антропоэкологии в ее технологическом освещении.

Действительно, в такой высокоурбанизированной стране, как Россия, где многие годы в городах велось строительство многоэтажных до-

мов, трудно было бы обеспечить экологически приемлемое качество среды обитания. Хрупкое экологическое равновесие постепенно нарушалось, и лишь строительство загородных домов и оборудование дачных участков частично решало проблемы экологии и качества жилья. В настоящее время с повышением уровня жизни появился запрос на более качественные и комфортные условия проживания, что и стало предпосылкой для развертывания малоэтажного строительства. Можно предположить, что настоящий строительный бум в этой сфере еще впереди, поэтому перед сообществом ученых стоит задача проанализировать современные тенденции в данной отрасли, обозначить ключевые проблемы и пути их возможного решения.

При изучении данной темы наиболее явно выделяются два аспекта. Во-первых, речь идет о воздействии человека на окружающую среду – флору и фауну. Во-вторых, о воздействии загрязненной окружающей среды на здоровье человека.

Можно предположить, что следование принципам энергоэффективности, ресурсосбережения могло бы решить обозначенные проблемы. Но, как известно, проживание в частном доме оказывается не всегда экономичным, и специалистам различных областей: инженерам-строителям, инженерам-проектировщикам, инженерам-экологам, архитекторам, социологам, психологам, экономистам и другим – необходимо искать оптимальные решения данного вопроса. Успешность поиска наиболее подходящих подходов во многом определяется уровнем экологического сознания и мышления всех заинтересованных участников, нацеленных на экологическую безопасность, защиту экологических прав и свобод.

Как показал анализ литературы, в настоящее время особую актуальность в строительной от-

расли приобретает концепция экологичности малоэтажных сооружений, реализация которой становится возможной за счет следующих факторов: использования экологически безопасных материалов, минимального потребления энергетических и естественных ресурсов, а также применения новых энергосберегающих технологий [1–7].

Объект и методы исследования

Данная статья посвящена рассмотрению одного из вышеназванных факторов, а именно – использованию безопасных материалов. В статье используются теоретические методы исследования: анализ, синтез, обобщение, систематизация. Методы исследования соотносятся с его целью – основываясь на работах отечественных исследователей, проанализировать современные тенденции в сфере малоэтажного строительства энергоэффективных домов и показать преимущества принципов зеленого строительства, опирающегося на использование безопасных и энергосберегающих материалов.

Результаты и обсуждение

Теоретический обзор тенденций малоэтажного экологического строительства

Теоретические и практические предпосылки для достижения поставленной цели можно найти в исследованиях современных российских и зарубежных ученых, активно продвигающих данные идеи с 1970-х годов прошлого века и занимающихся ими в настоящее время.

По мнению большинства исследователей, основными задачами экологического малоэтажного строительства являются:

- использование экологически безопасных технологий и материалов;
- достижение максимальной энергетической эффективности здания;
- минимизация потребления ресурсов при строительстве и эксплуатации объекта.

В отечественной науке проблема экологического строительства освещается в работах Г. М. Бадына, Ю. Н. Лапина, М. А. Разакова, Т. Н. Барановой и других ученых.

Отправной точкой в решении обозначенного вопроса является проблема энергоэффективности. Это объясняется тем, что в иерархии насущных человеческих потребностей энергия занимает четвертое место после воздуха, воды, пищи, и, если в предыдущие десятилетия стояла задача энергосбережения, то в наши дни речь идет об энергоэффективности. По наблюдениям Ю. Н. Лапина, за свою историю человечество увеличило производство энергии в 30 тысяч раз, что привело к колоссальным загрязнениям окружающей среды. Ученый убедительно доказал, что экологические проблемы связаны в первую очередь с энергией – ее производством, преобразованием, передачей, использованием [1].

В рамках нашей работы важно обсуждение проблем энергоэффективности в домостроении. Как поясняет Ю. Н. Лапин, одна треть энергозатрат приходится на отопление зданий. Недаром дом называют «второй одеждой» или «третьей кожей». В связи с этим основные задачи, которые стоят перед энергоэффективным строительством, заключаются в снижении теплопотребления, т. е. усилении внешней теплоизоляции дома, снижении тепловых потерь с вентилируемым воздухом, использовании энергии окружающей среды. Таким образом, реализация концепции энергоэффективного дома подразумевает прежде всего оптимизацию всех энергетических процессов. Аналогичная постановка проблемы обсуждается в рамках концепции пассивного (или нулевого) дома, где речь идет о теплонулевых процессах. Во-первых, пассивный дом противопоставлен активному дому, дому с тремя нулями и другим. Во-вторых, пассивный дом подразумевает создание дома с комфортной температурой, в котором зимой воздух подогревается без использования систем отопления, а летом охлаждается без кондиционера. Такой эффект достигается за счет новых технологий, снижающих потери энергии при эксплуатации. Нулевой дом – это дом с нулевым потреблением энергии, с нулевыми выбросами углекислого газа и производством отходов.

В настоящее время на Западе превалирует концепция пассивного дома, в нашей же стране

акцент сделан на энергоэффективных домах и уменьшении расходов на отопление. В широком смысле вся совокупность обозначенных проблем рассматривается в рамках зеленого строительства.

Зарождение идеи энергоэффективных домов связано с развернувшимся в мире энергетическим кризисом в 1974 году. В европейских странах: Германии, Швеции, Финляндии, Дании, Швейцарии, – а также в США и Канаде эта идея реализуется начиная с 1970-х годов. Немецкий архитектор В. Файст разработал концепцию пассивного дома, который использует для отопления внутренние тепловые ресурсы и максимально утилизирует тепло выбросов. Первый проект пассивного дома был реализован в 1991 году в немецком городе Дармштадт, а в 1996-м был создан Институт пассивного дома. Такой тип домов условно называли «термосом», т. к. в них осуществляется минимальный теплообмен с окружающей средой.

В Германии такие дома называются «passivhaus». На их основе был разработан Добровольный строительный стандарт, предполагающий строительство зданий со сверхнизким энергопотреблением. Документ подразумевает следование принципам энергоэффективности, экологичности и стандарту пассивного дома. Он предполагает использование специальных строительных технологий и материалов, например, эковаты для утепления, многослойных конструкций стен (пирога стен) и других.

С 2000-х годов во Франции и Бельгии активно развивается строительство энергоэффективных пассивных домов, называемых «maison passive». В Бельгии существует Платформа пассивного дома, во Франции – Ассоциация пассивного дома. Представители ассоциации К. Шарло-Вальдье и Ф. Утрекен изложили ключевые принципы энергоэффективного дома. Это – экологичность, экономичность, комфортабельность [8]. Исследователи сформулировали понятие пассивного дома, обозначили его характеристики, критерии и преимущества.

Пассивный (или энергосберегающий) дом должен отвечать установленным требованиям и принципам, которые в настоящее время приме-

няются во многих странах, в том числе в России. Согласно представленным стандартам, энергосберегающий дом представляет собой купольное сооружение, данная конструкция позволяет существенно экономить потребление энергии. В таком доме максимально используется солнечный свет, с этой целью двери обычно выходят на южную сторону. Кроме того, в данных домах используют специальную теплоизоляцию, не допускающую теплопотерь. Они имеют энергосберегающие виды стеклопакетов. Кроме того, эти дома герметичны, их вентиляционная система также характеризуется экономичностью. В них теплые стены, пол, фундамент и гидроизоляционная крыша.

В России строительство пассивных домов находится на начальной стадии. Как констатирует Г. М. Бадьин, это объясняется тем, что у нас выгодно строить «энергорасточительные» дома. Тем не менее, постепенно строительство пассивных домов (зеленое строительство), где обеспечивается увязка объекта с окружающей средой, становится реальностью. В качестве примера такого дома автор приводит купольный дом, который способен экономить до 20 % энергии. В своем исследовании Г. М. Бадьин подчеркивает, что дефицит энергоресурсов требует минимизации тепловых потерь при строительстве малоэтажных зданий [1].

Технологические особенности малоэтажного строительства являются предметом исследования в работах Э. Ш. Акимовой и С. Ф. Акимова [3]. Они анализируют достоинства и недостатки конструкторских решений малоэтажных домов. Исследователи сформулировали основные принципы, которым должно отвечать строительство: адаптивность, комфортность, целесообразность. На наш взгляд, они отвечают также требованиям энергоэффективного дома и могут найти практическое применение при зеленом строительстве в России.

Очевидно, что при возведении энергоэффективных домов необходимо учитывать экологические особенности городской среды. По мнению авторов [9], в настоящее время можно сформулировать следующие требования к эко-

логически обоснованному энергосберегающему дому:

- экологически и экономически сбалансированный выбор строительных материалов;
- использование незагрязненных материалов;
- использование ресурсоэффективных технологий;
- эффективное водопотребление и водоиспользование;
- повышение экологического качества внутренней среды.

Соблюдение данных принципов благоприятствует как общегородской экосистеме, так и отдельно взятому экодому.

Для обеспечения представленных выше требований к энергоэффективности дома отечественные ученые обращаются к концепции умного или, иначе, зеленого дома. А. А. Крюкова и К. О. Шматок предлагают следующую дефиницию: «Умный дом – это технология, которая позволяет человеку управлять системой, включающей в себя различные инструменты, повышающие уровень комфорта и безопасности жизни человека» [10]. Авторы подчеркивают три фактора, раскрывающие преимущества умного дома: эффективное потребление энергии, воды и других ресурсов; организация охраны; обеспечение безопасности за счет датчиков.

В Пермском национальном исследовательском политехническом университете идеи зеленого строительства разрабатываются и реализуются молодыми учеными под руководством профессора Я. И. Вайсмана, которому удалось представить не только теоретическое обоснование целесообразности возведения данного типа зданий, но и построить образец зеленого умного дома [11]. Задуманное удалось воплотить в жизнь в 2013 году, и в настоящее время здесь проходят экскурсии, проводятся лекции, беседы, встречи.

Автор идеи при ее реализации исходил, во-первых, из сложной экологической обстановки в регионе, во-вторых, руководствовался необходимостью экономичного использования различных ресурсов и снижения нагрузки на окружающую среду. Именно с этой целью при

строительстве подобных домов исключается сетевое энергоснабжение, водоснабжение и т. д. К слову, Я. И. Вайсман обращает внимание на тот факт, что многие промышленные объекты построены по старым или устаревшим технологиям, поэтому переход на новые будет продолжительным. Более того, многие недооценивают значение современных технологий, опасаются их внедрения в повседневную жизнь и не спешат переходить на них.

Несмотря на это, в настоящее время в России, в частности в Пермском крае, строительство энергоэффективных домов приобретает реальные очертания. Вместе с тем, перед учеными и проектировщиками встают задачи, связанные с необходимостью автоматизации и интеллектуализации энергоэффективного малоэтажного строительства. Речь идет о согласованной и автоматизированной работе всех систем и сетей дома, в частности, об автоматическом управлении отоплением, освещением, вентиляцией с учетом такого фактора, как *хозяин дома/хозяин не дома*. Решению данной задачи будет способствовать использование энергосберегающих технологий, например, быстрого управления температурой в малоинерционных системах, и таких конструкций, как управляемые системы вентиляции, системы приточно-вытяжной вентиляции с рекуператором и грунтовым теплообменом, молекулярно-резонансные реакторы, электрические конвекторы, системы «теплый плинтус», окна из шестикамерного профиля, и других. Применение этих систем и технологий не только уменьшает затраты на электроэнергию, но и создает комфортный для проживания микроклимат и благоприятную атмосферу в доме.

Как показали исследования, при строительстве энергоэффективных домов, их стоимость увеличивается, однако в ходе эксплуатации энергозатраты снижаются примерно на 30 %, в результате чего расходы на строительство окупаются через 4-5 лет [1, 2, 4].

Завершим теоретический обзор исследований в области малоэтажного зеленого строительства рассмотрением основных положений, сформулированных в монографии «Автономные

экологичные дома» Ю. М. Лапиным, который наиболее полно, на наш взгляд, изложил суть и особенности данных объектов [2]. Исследователь начинает свои рассуждения с анализа концепта «дом», который во многих культурах расценивается как святыня, твердыня, опора. Дом является символом человеческого существования. От греческого слова *эйкос*, обозначающего дом, произошли и такие понятия, как экология и экономика.

По мнению ученого, одна треть экологического ущерба обусловлена тем, что люди вынуждены жить в жилье неподобающего качества. Тем не менее, на смену традиционным домам, которые не отвечают современным экологическим требованиям, постепенно приходят экодому. При этом акцент сделан на энергоэффективных домах, вредное воздействие которых на окружающую среду и ее обитателей существенно ниже. Энергоэффективными могут быть как малоэтажные, так и многоэтажные дома, но экологичными – только малоэтажные. Автор работы считает, что энергоэффективный дом представляет собой переходный тип жилья, который предшествует водоеффективным и ресурсоеффективным зданиям. Вероятно, мы пока находимся на переходном этапе.

По мнению автора, экодому – это индивидуальное ресурсосберегающее, малоотходное, неагрессивное по отношению к окружающей среде сооружение с земельным участком. Ученый анализирует различные факторы, которые обуславливают обеспечение энергоэффективного малоэтажного строительства, что является особенно значимым для нашего исследования. В работах Ю. Н. Лапина подробно рассматриваются такие вопросы, как создание окон с большим сопротивлением теплопередаче; использование селективных окон, подоконников; двери как слабое место в тепловом контуре здания; радиальная конструкция стен; озеленение крыш; аэрофитодизайн и самое главное – забота о здоровье человека.

Выводы

Как показал проведенный анализ теоретической литературы, проблемы экологичного, энер-

гоэффективного малоэтажного строительства в нашей стране являются актуальными, и уже созданы необходимые предпосылки для того, чтобы успешно их преодолеть. Так как вопросы экологии относятся к числу планетарного масштаба, то их решение даже в рамках одной страны, города, отдельного района приблизит нас к цели – формированию качественной и комфортной среды и обеспечению благоприятных условий для жизни человека, которых достоин каждый. Мы должны осознавать, что рост цен на энергоносители, необходимость сохранения здоровья населения, налаживания гармонии между человеком, его жилищем и окружающей средой являются важнейшими предпосылками для развития энергоэффективного строительства малоэтажных домов в нашей стране.

Подводя итог, подчеркнем, что, согласно современным исследованиям, задача развития экологического мышления входит в число первостепенных, и ее решение может быть только комплексным, основывающимся на данных различных наук, таких как экологическая психология, экологическая социология, экологическое право, и опирающимся на достижения когнитивных и некоторых других наук.

Формированию нового экологического мышления должно способствовать и объединение технологически обоснованных решений и гуманистических, гуманитарных ценностей, которые характеризуют высоко развитое экологическое сознание не только заказчиков строительства, но и его исполнителей. Это требует, в свою очередь, поиска оригинальных творческих путей и методов достижения поставленной цели. Только в таком случае будет осуществлен разумный, сбалансированный выбор средств и ресурсов, а зеленое малоэтажное строительство станет востребованным и доступным для населения.

Древние говорили: «*Domus est veritas*». В переводе с латыни это означает «Дом есть истина». Мы полагаем, что экологичный малоэтажный дом, предназначенный для семьи, является ее настоящей опорой, которую каждый член семьи должен беречь.

Библиографический список

1. Бадьин, Г. М. Строительство и реконструкция малоэтажного энергоэффективного дома / Г. М. Бадьин. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2011. – 422 с. – Текст : непосредственный.
2. Лапин, Ю. Н. Автономные экологические дома / Ю. Н. Лапин. – Москва : Алгоритм, 2005. – 416 с. – Текст : непосредственный.
3. Акимова, Э. Ш. Технологические особенности малоэтажного строительства / Э. Ш. Акимова, С. Ф. Акимов. – Текст : непосредственный // Экономика строительства и природопользования. – 2019. – № 2 (71). – С. 149–158.
4. Иванов, П. К. Малоэтажное строительство в России : проблемы и перспективы / П. К. Иванов. – Текст : электронный // Современные научные исследования и инновации. – 2015. – № 1. – Ч. 2. – URL : <https://web.snauka.ru/issues/2015/01/43147> (дата обращения : 12.03.2022).
5. Разаков, М. А. Применение энергосберегающих мероприятий жилых малоэтажных домов / М. А. Разаков, Т. Н. Баранова. – Текст : непосредственный // Сантехника, отопление, кондиционирование. – 2018. – № 12. – С. 84–87.
6. Солтахматова, Л. Т. Экологическое мышление личности как философская и психолого-педагогическая проблема / Л. Т. Солтахматова. – Текст : непосредственный // Мир науки, культуры, образования. – 2015. – № 2 (51). – С. 275–276.
7. Дерябин, В. А. Экология : учебное пособие / В. А. Дерябин, Е. П. Фарафонтова. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета. – 2016. – 136 с. – Текст : непосредственный.
8. Charlot-Valdieu, C. Maison individuelle passive : concevoir, rehabiter, construire / C. Charlot-Valdieu, P. Outrequin. – Paris : Le Moniteur Editions, 2019. – 396 p. – Direct text.
9. Гарицкая, М. Ю. Экологические особенности городской среды : учебное пособие / М. Ю. Гарицкая, А. И. Байтелова, О. В. Чекмакова. – Оренбург : Оренбургский государственный университет. – 2012. – 216 с. – Текст : непосредственный.
10. Крюкова, А. А. Особенности развития концепции «умный дом» : российский и зарубежный опыт / А. А. Крюкова, К. О. Шматок. – DOI: 10.26140/anie-2019-0803-0092. – Текст : непосредственный // Азимут научных исследований : экономика и управление. – 2019. – Т. 8. – № 3 (28). – С. 397–399.
11. Энергия солнца / Business Class : [сайт]. – Текст : электронный. – URL : <https://www.business-class.su/news/2015/07/03/energiya-solnca> (дата обращения : 04.03.2022).

References

1. Bad'in, G. M. (2011). Stroitel'stvo i rekonstruktsiya maloetazhnogo energoeffektivnogo doma. Saint-Petersburg, BHV-Peterburg Publ., 422 p. (In Russian).
2. Lapin, Yu. N. (2005). Avtonomnye ekologicheskie doma. Moscow, Algoritm Publ., 416 p. (In Russian).
3. Akimova, E. Sh., & Akimov, S. F. (2019). Technological features of low-rise housing construction. *Ekonomika stroitel'stva i prirodopol'zovaniya*, (2(71)), pp. 149-158. (In Russian).
4. Ivanov, P. K. (2015). Low-rise construction in Russia: problems and prospects. *Modern scientific researches and innovations*, (1(2)). (In Russian). Available at: <https://web.snauka.ru/en/issues/2015/01/43147> (accessed 12.03.2022).
5. Razakov, M. A., & Baranova, T. N. (2018). Primenenie energosberegayushchikh meropriyatiy zhilykh maloetazhnykh domov. *Plumbing, Heating, Air-Conditioning*, (12), pp. 84-87. (In Russian).
6. Soltakhmadova, L. T. (2015). Ecological thinking of a person as philosophical and psychological-pedagogical problems. *Mir Nauki, Kultury, Obrazovaniya*, (2(51)), pp. 275-276. (In Russian).
7. Deryabin, V. A., & Farafontova, E. P. (2016). *Ekologiya*. Yekaterinburg, Izdatel'stvo Ural'skogo universiteta Publ., 136 p. (In Russian).

-
8. Charlot-Valdieu, C., & Outrequin, P. (2019). Maison individuelle passive: concevoir, rehabiter, construire. Paris, Le Moniteur Publ., 396 p. (In French).
 9. Garitskaya, M. Yu., Baytelova, A. I., & Chekmakova, O. V. (2012). Ekologicheskie osobennosti gorodskoy sredy. Orenburg, Orenburgskiy gosudarstvennyy universitet Publ., 216 p. (In Russian).
 10. Kryukova, A. A., & Shmatok, K. O. (2019). Features of development of the concept "smart home": Russian and foreign experience. Azimuth of Scientific Research: Economics and Administration, 8(3(28)), pp. 397-399. (In Russian). DOI: 10.26140/anie-2019-0803-0092
 11. Energiya solntsa. Business Class. (In Russian). Available at: <https://www.business-class.su/news/2015/07/03/energiya-solnca> (accessed 04.03.2022).

Сведения об авторах

Кушнин Андрей Вадимович, магистрант кафедры строительного производства и геотехники, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: akushnin@mail.ru

Шенкман Роман Игоревич, к. т. н., доцент кафедры строительного производства и геотехники, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: romanshenkman@yandex.ru

Information about the authors

Andrey V. Kushnin, Graduate Student at the Department of Construction Production and Geotechnics, Perm National Research Polytechnic University, e-mail: akushnin@mail.ru

Roman I. Shenkman, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Construction Production and Geotechnics, Perm National Research Polytechnic University, e-mail: romanshenkman@yandex.ru

Для цитирования: Кушнин, А. В. Современные тенденции в сфере малоэтажного энергоэффективного строительства / А. В. Кушнин, Р. И. Шенкман. – DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-58-65. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 2 (100). – С. 58–65.

For citation: Kushnin, A. V., & Shenkman, R. I. (2022). Current trends in low-rise energy-efficient construction. Architecture, Construction, Transport, (2(100)), pp. 58-65. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-58-65.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОЗКИ МЕДА С ОПТОВОГО СКЛАДА В РОЗНИЧНЫЕ МАГАЗИНЫ Г. ВОЛГОГРАДА

Е. А. Близнякова, А. В. Куликов

Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия

MODELING THE PROCESS OF TRANSPORTING HONEY FROM THE WHOLESALE WAREHOUSE TO RETAIL STORES IN THE CITY OF VOLGOGRAD

Elena A. Bliznyakova, Alexey V. Kulikov

Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

Аннотация. Пчеловодство является перспективным направлением самозанятости и широко распространено на территории Волгоградской области. Однако развитие данной деятельности затрудняет отсутствие налаженной системы реализации медовой продукции. Для того, чтобы доставить мед в магазины, необходимо организовать процесс доставки, который учитывал бы все особенности перевозимого груза и одновременно с этим минимизировал экономические затраты. В статье рассмотрен метод моделирования перевозочного процесса медовой продукции. Определен оптимальный тип транспортной тары. На основании показателей грузоместимости и недоиспользованной площади пола кузова выбран подвижной состав. Построены технологические схемы перевозки медовой продукции с оптового склада в розничные магазины г. Волгограда. Определены суммарные затраты транспортного времени, а также экономическая эффективность технологических схем.

Abstract. Beekeeping is a promising area of self-employment and it is widely spread in the Volgograd region. However, the development of this activity is hampered by the lack of an established system for selling honey products. To deliver honey to stores, it is necessary to organize a delivery process that take into account all the features of the transported cargo and at the same time minimizes economic costs. The article considers the method of modeling the transportation process of honey products. The optimal type of transport container was determined. Based on the indicators of cargo capacity and underutilized floor area of the truck body, it was selected the rolling stock. Technological schemes for the transportation of honey products from the wholesale warehouse to retail stores in the city of Volgograd were proposed. The total cost of transport time, as well as the cost-effectiveness of technological schemes were determined.

Ключевые слова: грузовые автомобильные перевозки, маршрутизация автомобильных перевозок, медовая продукция, перевозка меда, моделирование процесса перевозки, технологические схемы перевозок

Key words: truck transportation, routing of road transportation, honey products, honey transportation, transportation process modeling, technological schemes of transportation

Введение

Мед – один из ценных природных продуктов. Он является основной составляющей многих лекарственных препаратов, используется в традиционной и народной медицине. Мед относится к тем продуктам, которые могут долго храниться, не теряя при этом своих полезных свойств. Он является отличным антибактериальным, противогрибковым и противовирусным средством. Широкое применение мед нашел и в кулинарии. Кроме того, на основе меда производят разнообразную косметическую продукцию.

Для того, чтобы мед поступил к потребителю, не утратив своих целебных свойств, владельцам пасек приходится решать многочисленные задачи. В их числе не только правильное определение места под установку ульев, грамотный сбор и хранение, но и упаковка и транспортирование меда до мест потребления. Производство меда носит сезонный характер, поэтому наибольший объем перевозок приходится на весенне-летний период.

Мед упаковывают в потребительскую и транспортную тару вместимостью от 0,03 до 200 дм³, изготовленную из дерева, металла, пластика или стекла. Такую тару относят к компактной. Пчеловодами она используется достаточно часто. Мед, транспортируемый в стеклянных банках, не подвергается воздействию негативных факторов. В частности, стеклянные емкости используются для фасовки обработанного меда и продажи через торговые сети [1–3].

Объект и методы исследования

Объектом исследования является процесс организации перевозки медовой продукции от оптового склада до розничных магазинов г. Волгограда в период сезонного роста производства меда.

В исследовании использовались следующие методы:

- организация перевозочного процесса осуществлялась с применением методов системного анализа и системного подхода;
- выбор транспортной тары осуществлялся на основании критерия использования максимума грузоподъемности автомобиля;
- маршрутизация перевозок медовой продукции производилась по критериям минимума пробега и максимума использования грузоподъемности автомобиля.

Экспериментальная часть

В рамках исследования был выбран цветочный мед волгоградского производителя ООО «Южная Пищевая Компания» [4].

На продажу мед фасуется по ГОСТ 5717.1-2003¹ в стеклянные банки размером 63,5 × 123,5 мм по 450 г. Тару наполняют медом не более чем на 95 % от ее полного объема. Потребительская тара должна быть укупорена герметично или плотно металлическими крышками закатыванием или завинчиванием. Пример внешнего вида тары представлен на рис. 1.

¹ ГОСТ 5717.1-2003. Банки стеклянные для консервов. Общие технические условия = Glass jars for canned food. General specifications : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 25 от 22.05.2003) : введен впервые : дата введения 01.07.2004 / разработан Техническим комитетом по стандартизации ТК 074 «Стеклопакетная тара». – Москва : ИПК «Издательство стандартов», 2004. – 12 с. – Текст : непосредственный.



Рис. 1. Цветочный мед
ООО «Южная Пищевая Компания»
в стеклянной банке

Потребительскую тару вместимостью от 0,03 до 1,5 кг упаковывают по ГОСТ 13358-84², ГОСТ 13512-91³, ГОСТ 13516-86⁴ в дощатые или картонные ящики, рассчитанные на массу нетто не более 30 кг. Потребительскую тару, упакованную в ящики из гофрированного картона, перекладывают вкладышами по ГОСТ 9142-90⁵. Если в ящики из гофрированного картона упаковывают продукцию, фасованную в стеклотару, ее перекладывают решетками и прокладками [5–7].

Для перевозки меда в банках в качестве транспортной тары будут использоваться ящики из гофрированного картона размером 300 × 230 × 140 мм (рис. 2).

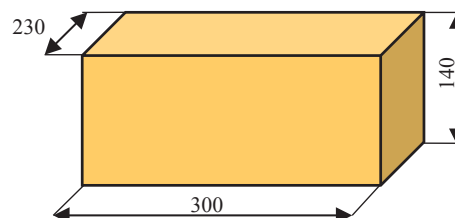


Рис. 2. Размеры гофрированного ящика,
используемого для перевозки меда

В таблице 1 приведены параметры тары для рассматриваемого груза.

Таблица 1

Параметры потребительской и транспортной тары

Параметр	Значение
Диаметр доньшка, мм	63,5
Высота банки, мм	123,5
Масса банки, кг	0,450
Количество стеклянных банок в 1 кор., шт.	12
Вес коробки, кг	0,2
Масса коробки с банками меда, кг	5,6

² ГОСТ 13358-84. Ящики дощатые для консервов. Технические условия = Board boxes for canned foods. Specifications : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 27.03.1984 № 1027 : введен впервые : дата введения 01.01.1986 / разработан и внесен Министерством рыбного хозяйства СССР. – Москва : Стандартиформ, 2008. – 9 с. – Текст : непосредственный.

³ ГОСТ 13512-91. Ящики из гофрированного картона для кондитерских изделий. Технические условия = Boxes made of corrugated board for confectionery. Specifications : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Комитета стандартизации и метрологии СССР от 11.12.1991 № 1932 : введен впервые : дата введения 01.01.1993 / разработан НПО «Агропромпрогресс». – Москва : ИПК «Издательство стандартов», 2003. – 7 с. – Текст : непосредственный.

⁴ ГОСТ 13516-86. Ящики из гофрированного картона для консервов, пресервов и пищевых жидкостей. Технические условия = Corrugated cardboard boxes for canned food, preserves and food liquids. Specifications : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 19.12.1986 № 4173 : введен впервые : дата введения 01.01.1988 / разработан и внесен Министерством рыбного хозяйства СССР. – Москва : ИПК «Издательство стандартов», 2004. – 14 с. – Текст : непосредственный.

⁵ ГОСТ 9142-90. Ящики из гофрированного картона. Общие технические условия = Boxes of corrugated board. General specifications : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 21.09.1990 № 2543 : введен впервые : дата введения 01.01.1992 / разработан Государственным комитетом СССР по материально-техническому снабжению. – Москва : ИПК «Издательство стандартов», 2004. – 27 с. – Текст : непосредственный.

Размещение банок в коробке представлено на рис. 3.

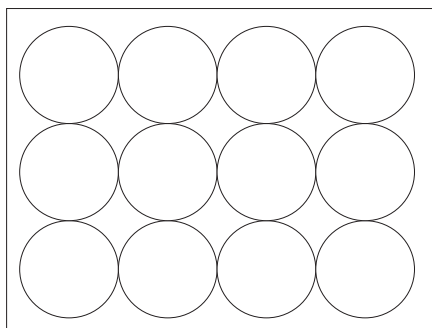


Рис. 3. Расположение банок с медом в коробке

Перевозка коробок с медовой продукцией производится на поддонах. При хранении товара высота штабеля не должна быть более 1 500 мм.

Выбор поддона будем осуществлять из двух видов – европоддона (EUR) и финского палета (FIN). Вес каждого – 20 кг.

Схема размещения меда в банках ООО «Южная Пищевая Компания» в коробках на европоддоне представлена на рис. 4.

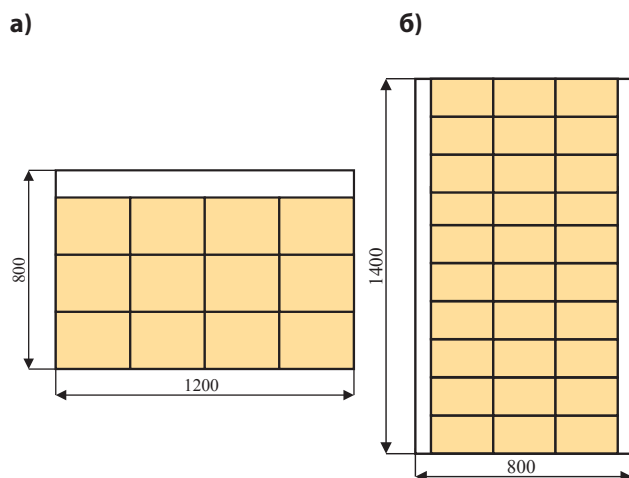


Рис. 4. Схема размещения груза на европоддоне:
а) вид сверху; б) вид сбоку

Найдем массу транспортного пакета:

$$Q_1^{тр.пак.} = Q_{кор}^N \cdot N_{кор}^{1яр} \cdot n_{яр} + q_{под}, \quad (1)$$

где $Q_1^{тр.пак.}$ – масса транспортного пакета, кг;
 $Q_{кор}^N$ – масса коробки с банками меда, кг;
 $N_{кор}^{1яр}$ – число коробок в одном ярусе, шт.;
 $n_{яр}$ – число ярусов, ед.;
 $q_{под}$ – масса поддона, кг.

$$Q_1^{тр.пак.} = 5,6 \cdot 12 \cdot 10 + 20 = 692 \text{ кг (120 шт.)}.$$

Схема размещения меда в банках в коробках на финском поддоне представлена на рис. 5.

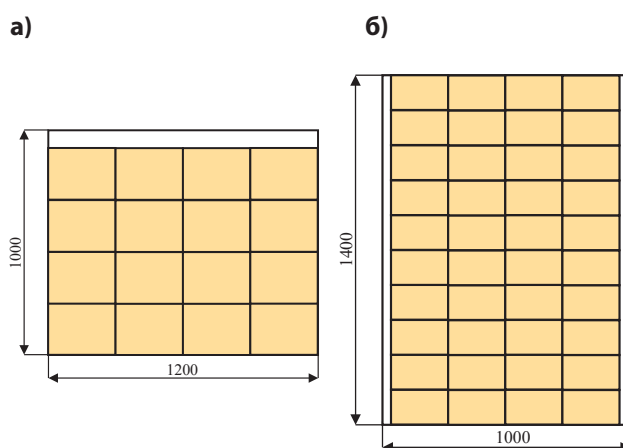


Рис. 5. Схема размещения груза на финском поддоне:
а) вид сверху; б) вид сбоку

Найдем массу транспортного пакета:

$$Q_1^{тр.пак.} = 5,6 \cdot 16 \cdot 10 + 20 = 916 \text{ кг (160 шт.)}.$$

Для транспортирования меда в городских условиях рекомендуется выбрать отечественный автомобиль марки ГАЗ. Если планируется обслуживать сразу нескольких владельцев пасек, расположенных в одном районе, необходимо использовать подвижной состав большей грузоподъемности, например, ЗИЛ или КАМАЗ. Для сохранности потребительских свойств меда в жаркий летний период необходимо использовать автомобили с устройствами, поддерживающими заданный температурный режим.

Произведем подбор оптимального подвижного состава из представленных на рис. 6.

а)



б)



в)



Рис. 6. Предлагаемый подвижной состав:
а) ГАЗ-3302; б) ЗИЛ-5301; в) ГАЗ-3307

Таблица 2

Технические характеристики автомобилей

Показатели	Марка и модель подвижного состава		
	ГАЗ-3302	ЗИЛ-5301	ГАЗ-3307
Номинальная грузоподъемность, кг	1 500	3 000	4 500
Объем кузова, м ³	8,9	12,7	12,2
Габаритные размеры кузова			
Длина, мм	3 056	3 750	3 740
Ширина, мм	1 943	2 254	2 170
Высота, мм	380	450	610
Высота по тенту, мм	1 500	1 500	1 500
Погрузочная высота, мм	960	1 100	1 365

Характеристики автомобилей приведены в таблице 2.

Выбор подвижного состава проводится по основным показателям грузоподъемности подвижного состава [5–7]:

- коэффициенту статического использования грузоподъемности γ_c (2):

$$\gamma_c = \frac{q_{\phi}}{q_a}, \quad (2)$$

где γ_c – коэффициент статического использования грузоподъемности автомобиля;

q_{ϕ} – масса фактически перевозимого груза, кг;

q_a – номинальная грузоподъемность, кг.

- коэффициенту использования объема кузова η_v (3):

$$\eta_v = \frac{V_{\kappa.a.\phi}}{V_{\kappa.a}}, \quad (3)$$

где η_v – коэффициент использования объема кузова;

$V_{\kappa.a.\phi}$ – объем перевозимого груза, м³;

$V_{\kappa.a}$ – внутренний объем кузова, м³.

Пример расчета для автомобиля марки ГАЗ-3302:

$$\gamma_{c_{EUR}} = \frac{q_{\phi}}{q_a} = \frac{692 \cdot 2}{1 500} = 0,923;$$

$$\eta_{v_{EUR}} = \frac{V_{\kappa.a.\phi}}{V_{\kappa.a}} = \frac{0,96 \cdot 2}{8,9} = 0,216.$$

Аналогичный расчет проводился для финских поддонов. Результаты расчетов представлены в таблице 3.

Таблица 3

Основные показатели грузопместимости

Показатели	Марка и модель подвижного состава					
	ГАЗ-3302		ЗИЛ-5301		ГАЗ-3307	
	EUR	FIN	EUR	FIN	EUR	FIN
Коэффициент использования грузоподъемности γ_c	0,923	0,611	0,923	0,917	0,923	0,815
Коэффициент использования объема кузова η_v	0,216	0,135	0,302	0,283	0,472	0,393
Максимальное количество груза за езду, палет	2	1	4	3	6	4
Вес перевозимого груза, кг	1 384	916	2 768	2 748	4 152	3 664
Количество коробок с грузом, шт.	247	164	494	490	741	654

На основании произведенных расчетов наиболее эффективным по коэффициенту статического использования грузоподъемности γ_c и коэффициенту использования внутреннего объема кузова η_v является автомобиль ГАЗ-3307 с использованием европоддонов ($\gamma_c = 0,923$, $\eta_v = 0,427$).

Грузообразующим пунктом в данной работе является ООО «Южная Пищевая Компания», расположенная по адресу: г. Волгоград, ул. Краснополянская, д. 78а.

Постоянными потребителями медовой продукции данного производителя являются мага-

зины «МАН», «Покупочка», «Светофор», Selgros, «Фармсклад-4» (таблица 4).

Транспортная сеть представляется в виде графа перевозки меда, по которому рассчитываются кратчайшие маршруты и строятся грузопотоки [8, 9].

На рис. 7 показана картограмма грузопотоков перевозки меда.

Из таблицы 4 видно, что наибольшая потребность у клиента 4 – 7,5 т в сутки. Дальнейшие расчеты будем вести для этого пункта.

Суточное количество ездов для каждого автомобиля представлено в таблице 5.

Таблица 4

Клиенты ООО «Южная Пищевая Компания»

Наименование клиента	Адрес	Кратчайшее расстояние от грузоотправителя, км	Суточный объем, т	Количество коробок, шт.
«МАН»	г. Волгоград, пр. Жукова, 111	5,9	2	357
«Светофор»	г. Волгоград, ул. 8-й Воздушной Армии, 47д	7,9	4,5	804
«Светофор»	г. Волгоград, ул. Маршала Еременко, 5б	5	4,5	804
Selgros	г. Волгоград, ул. Маршала Еременко, 49	11,3	7,5	1 340
«Фармсклад-4»	г. Волгоград, ул. Борьбы, 7	14,7	1,2	214

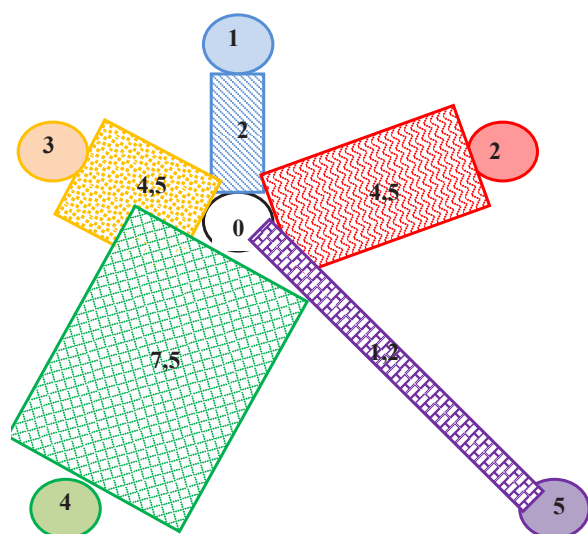


Рис. 7. Картграмма сучасних грузопотоков

Таблица 5

Потребное количество ездов в сутки

Подвижной состав	Число ездов, ед.	
	EUR	FIN
ГАЗ-3302	6	9
ЗИЛ-5301	3	3
ГАЗ-3307	2	2

Выбор оптимального подвижного состава может производиться по доле недоиспользованной площади [5–7]. Расчет представлен в таблице 6.

На рис. 8 представлены данные о недоиспользованной площади платформы для выбранных моделей автомобилей и двух видов тары.

Из таблицы 6 следует, что автомобиль ГАЗ-3307 при загрузке европоддонами имеет наименьшую долю недоиспользованной площади (29,02 %); наибольшая доля недоиспользованной площади у автомобиля ГАЗ-3302 при использовании финских палетов (79,8 %).

Построим технологические схемы перевозки автомобильным транспортом медовой продукции с оптового склада в розничные магазины г. Волгограда. Результаты расчетов целесообразно представить в форме таблиц и графиков [6, 7, 10–12].

В таблице 7 приведена стоимость подвижного состава и погрузочно-разгрузочного механизма за 1 час работы.

Пример построения технологической схемы перевозки меда с использованием автомобиля ГАЗ-3302 при загрузке европоддонами приведен на рис. 9. Длительность времени выполнения каждой операции и затраты на них представлены в таблице 8.

Таблица 6

Расчет недоиспользованной площади платформы подвижного состава

Подвижной состав	Общая площадь, м ²	Использованная площадь, м ²		Доля недоиспользованной площади, %	
		EUR	FIN	EUR	FIN
ГАЗ-3302	5,938	1,92	1,2	67,7	79,8
ЗИЛ-5301	8,4525	3,84	3,6	54,6	57,4
ГАЗ-3307	8,1158	5,76	4,8	29,02	40,9

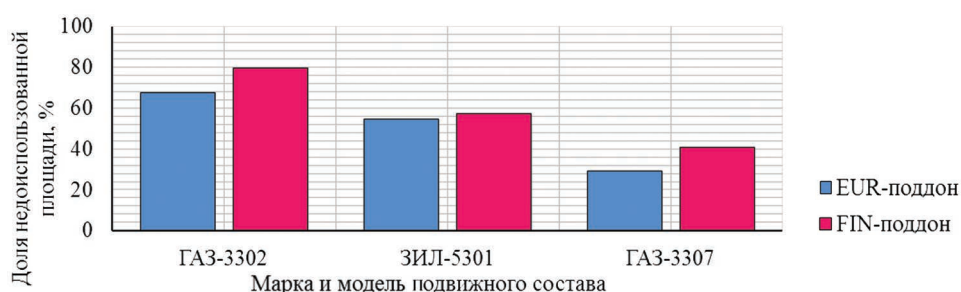


Рис. 8. Диаграмма недоиспользованной площади, %

Стоимость часа работы подвижного состава (ПС) / погрузочно-разгрузочного механизма (ПРМ)

Марка ПС/ПРМ	Стоимость использования, руб./ч
ГАЗ-3302	1 700
ЗИЛ-5301	2 300
ГАЗ-3307	2 200
ЕВ-687	1 100

Таблица 7

Аналогичным образом рассчитываются технологические схемы для автомобилей ЗИЛ-5301 и ГАЗ-3307. Результаты вычислений представим в сводной таблице 9.

Определим суммарные затраты транспортного времени и экономические показатели (затраты на выполнение одной ездки и суммарные затраты). Результаты расчетов представим в таблице 10, из которой следует, что наименьшая суммарная стоимость и наименьшие суммарные затраты времени – при использовании автомобиля ГАЗ-3307 с загрузкой финскими поддонами.

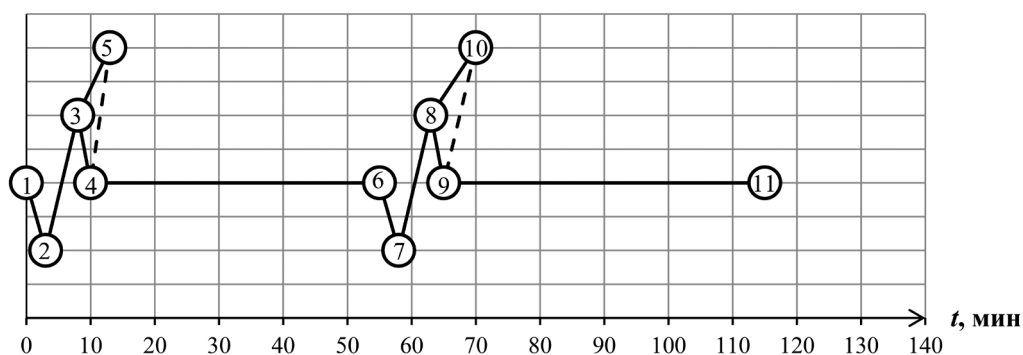


Рис. 9. Технологическая схема перевозки груза автомобилем ГАЗ-3302 на европоддонах (сплошная линия – трудовой процесс, требующий затрат времени и ресурсов; пунктирная линия – зависимость между двумя или несколькими событиями, наличие связи между работами; круг – событие, результат выполнения всех работ, входящих в данное событие)

Таблица 8

Работы, выполняемые при перевозке продукции автомобилем ГАЗ-3302 с использованием европоддонов

Номер операции	Наименование операции	Время операции, ч	Стоимость, руб.
1-2	Маневрирование к месту погрузки	0,05	85
2-3	Ожидание погрузки	0,083	141,7
3-4	Погрузка	0,033	56,7
3-5	Оформление документов	0,083	141,7
4-6	Транспортировка	0,75	1 275
6-7	Маневрирование к месту разгрузки	0,05	85
7-8	Ожидание разгрузки	0,083	141,7
8-9	Разгрузка	0,033	56,7
8-10	Оформление документов	0,083	141,7
9-11	Подача ПС под погрузку	0,75	1 275
Итого		2	3 400

Таблица 9

Результаты расчетов технологических схем

Марка и модель автомобиля	Наименование поддона	Показатель	Номер операции									
			1-2	2-3	3-4	3-5	4-6	6-7	7-8	8-9	8-10	9-11
ГАЗ-3302	EUR	Время, ч	0,05	0,083	0,017	0,083	0,75	0,05	0,083	0,017	0,083	0,75
		Затраты, руб.	85	141,7	28,3	141,7	1275	85	141,7	28,3	141,7	1 275
	FIN	Время, ч	0,05	0,083	0,017	0,083	0,75	0,05	0,083	0,017	0,083	0,75
		Затраты, руб.	85	141,7	28,3	141,7	1275	85	141,7	28,3	141,7	1 275
ЗИЛ-5301	EUR	Время, ч	0,05	0,083	0,067	0,083	0,75	0,05	0,083	0,067	0,083	0,75
		Затраты, руб.	85	141,7	113,3	141,7	1275	85	141,7	113,3	141,7	1275
	FIN	Время, ч	0,05	0,083	0,05	0,083	0,75	0,05	0,083	0,05	0,083	0,75
		Затраты, руб.	85	141,7	85	141,7	1275	85	141,7	85	141,7	1 275
ГАЗ-3307	EUR	Время, ч	0,05	0,083	0,1	0,083	0,75	0,05	0,083	0,1	0,083	0,75
		Затраты, руб.	85	141,7	170	141,7	1275	85	141,7	170	141,7	1 275
	FIN	Время, ч	0,05	0,083	0,067	0,083	0,75	0,05	0,083	0,067	0,083	0,75
		Затраты, руб.	85	141,7	113,3	141,7	1275	85	141,7	113,3	141,7	1 275

Таблица 10

Суммарные затраты транспортного времени и экономические показатели

Подвижной состав	Число ездов		Затраты времени на одну езду, ч		Стоимость одной ездки, руб.		Суммарные затраты времени, ч		Суммарная стоимость перевозки заданного объема меда, руб.	
	EUR	FIN	EUR	FIN	EUR	FIN	EUR	FIN	EUR	FIN
ГАЗ-3302	6	9	2	1,97	3 400	3 343,3	12	17,73	20 400	30 089,7
ЗИЛ-5301	3	3	2,07	2,03	313,3	3 456,7	6,21	6,09	10 539,9	10 370,1
ГАЗ-3307	2	2	2,13	2,07	3 626,7	3 513,3	4,26	4,14	7 253,4	7 026,6

Обсуждение

Следующим шагом определим оптимальный вид подвижного состава, используемого

для перевозки медовой продукции, по пяти показателям. Результаты представим в сводной таблице 11.

Таблица 11

Результаты расчетов технологических схем

Показатели	Марка и модель подвижного состава					
	ГАЗ-3302		ЗИЛ-5301		ГАЗ-3307	
	EUR	FIN	EUR	FIN	EUR	FIN
Коэффициент использования грузоподъемности γ_c	0,923	0,611	0,923	0,917	0,923	0,815
Коэффициент использования объема кузова η_v	0,216	0,135	0,302	0,283	0,472	0,393
Доля недоиспользованной площади, %	67,7	79,8	54,6	57,4	29,02	40,9
Суммарные затраты времени, ч	12	17,73	6,21	6,09	4,26	4,14
Суммарная стоимость перевозки заданного объема меда, руб.	20 400	30 089,7	10 539,9	10 370,1	7 253,4	7 026,6

Анализ данных таблицы 11 показывает, что автомобиль ГАЗ-3307, загруженный финскими поддонами, является наилучшим по критерию наименьшей стоимости и наименьшего времени перевозки заданного объема меда:

- время одной ездки составляет 2 ч 5 мин.;
- суммарные затраты перевозки груза составляют 4 ч 9 мин.;
- суммарная стоимость перевозки – 7 026,6 руб.

Выводы

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

- оптимальной является технологическая схема с использованием автомобиля ГАЗ-3307, загруженного финскими поддонами. Суммарное время перевозки по результатам расчетов – 4 ч 9 мин. Стоимость перевозки равна 7 026,6 руб.;
- самой неэффективной и неэкономичной является технологическая схема перевозки меда с использованием автомобиля ГАЗ-3302, загруженного финскими поддонами. Суммарное транспортное время по результатам расчетов составило 17 ч 44 мин. Стоимость перевозки равна 30 089,7 руб.

Библиографический список

1. Птанов, Р. А. Повышение эффективности работы автомобильного транспорта при перевозке медовой продукции / Р. А. Птанов. – Текст : электронный // Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России : Материалы XI Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 24–26 мая. – Волгоград : ВолгГТУ, 2017. – С. 247–251. – URL : <https://vgasu.ru/upload/files/science/conf/sbornik-2017.pdf> (дата обращения : 03.02.2022).
2. Куликов, А. В. Совершенствование организации перевозки медовой продукции автомобильным транспортом в Волгоградской области / А. В. Куликов, Р. А. Птанов, Я. Р. Скибицкий. – Текст : непосредственный // Наука и инновации в современном мире : Техника и технологии. – Одесса : Купrienko Сергей Васильевич, 2017. – С. 7–20.
3. Птанов, Р. А. Совершенствование перевозок медовой продукции автомобильным транспортом в Волгоградской области / Р. А. Птанов. – Текст : непосредственный // Смотр-конкурс научных, конструкторских и технологических работ студентов Волгоградского государственного техниче-

- ского университета : Тезисы докладов. В 2-х частях. Ч. 1. 16–19 мая / отв. ред. А. В. Навроцкий. – Волгоград : Волгоградский государственный технический университет, 2017. – С. 158–159.
4. ООО «Южная Пищевая Компания» : производитель, поставщик и экспортер меда : [сайт]. – URL : <https://sfcom.ru/#top> (дата обращения : 27.03.2022). – Текст : электронный.
 5. Фирсова, С. Ю. Технология выбора оптимального типа подвижного состава при перевозке плодово-овощной продукции от места сбора на перерабатывающее предприятие / С. Ю. Фирсова, А. В. Куликов, Б. Советбеков. – Текст : непосредственный // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. – 2014. – Т. 14. – № 12. – С. 199–201.
 6. Филиппова, Н. А. К вопросу оптимизации транспортно-технологических схем перевозки скоропортящихся грузов / Н. А. Филиппова, Р. В. Литвиненко. – Текст : непосредственный // Информационные технологии и инновации на транспорте : Материалы VI Международной научно-практической конференции, Орел, 20 мая 2020 года / под общей редакцией А. Н. Новикова. – Орел: Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева, 2020. – С. 38–45.
 7. Совершенствование эксплуатационных требований, предъявляемых к автомобилю и процессу организации перемещения скоропортящихся грузов специальным автомобильным транспортом / В. М. Власов, А. Ю. Великанов, Н. А. Филиппова, Р. В. Литвиненко. – Текст : непосредственный // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2020. – № 3 (62). – С. 30–35.
 8. Близнякова, Е. А. Сравнительный анализ методов поиска кратчайшего пути в графе / Е. А. Близнякова, А. А. Куликов, А. В. Куликов. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 1. – С. 80–87. – DOI: 10.31660/2782-232X-2022-1-80-87.
 9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022616507 Российская Федерация. Составление графа транспортной сети объектов города : № 2022616251 : заявл. 12.04.22 / А. В. Куликов, Р. В. Егоров, В. В. Шорин ; правообладатель ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет». – Текст : непосредственный.
 10. Домке, Э. Р. Методы оптимизации маршрутных схем развозки грузов автомобильным транспортом : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Э. Р. Домке, С. А. Жесткова. – Пенза : ПГУАС, 2014. – 164 с. – Текст : непосредственный.
 11. Айтбагина, Э. Р. Влияние расстояния на результаты работы группы автомобилей при перевозке грузов грузоотправителем / Э. Р. Айтбагина, Е. Е. Витвицкий. – Текст : непосредственный // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2017. – № 4-5. – С. 14–24.
 12. Афанасьев, Л. Л. Единая транспортная система и автомобильные перевозки : учебник для вузов / Л. Л. Афанасьев, Н. Б. Островский, С. М. Цукерберг. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Транспорт, 1984. – 333 с. – Текст : непосредственный.

References

1. Ptanov, R. A. (2017). Povyshenie effektivnosti raboty avtomobil'nogo transporta pri perevozke medovoy produktsii. Youth and scientific-and-technical progress in roadfield of south of Russia: Materialy XI Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, May, 24-26. – Volgograd, VSTU Publ., pp. 247-251. (In Russian). Available at: <https://vgasu.ru/upload/files/science/conf/sbornik-2017.pdf> (accessed 03.02.2022).
2. Kulikov, A. V., Ptanov, R. A., & Skibitskiy, Ya. R. (2017). Sovershenstvovanie organizatsii perevozki medovoy produktsii avtomobil'nym transportom v Volgogradskoy oblasti. Nauka i innovatsii v sovremennom mire: Tekhnika i tekhnologii. Odessa, Kuprienko Sergey Publ., pp. 7-20. (In Russian).
3. Ptanov, R. A. (2017). Sovershenstvovanie perevozok medovoy produktsii avtomobil'nym transportom v Volgogradskoy oblasti. Smotr-konkurs nauchnykh, konstruktorskiykh i tekhnologicheskikh rabot

-
- studentov Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta: Tezisy dokladov. V 2-kh chastyakh, May, 16-19. Volgograd, Volgograd State Technical University Publ., pp. 158-159. (In Russian).
4. ООО «Yuzhnaya Pishchevaya Kompaniya». (In Russian). Available at: <https://sfcom.ru/#top> (accessed 27.03.2022).
 5. Firsova, S. Yu., Kulikov, A. V., & Sovetbekov, B. S. (2014). Choice technology for optimum type of a rolling stock in transportation of fruit and vegetable production from a collecting place to a processing enterprise. Vestnik Kyrgyzsko-Rossiyskogo Slavanskogo Universiteta, 14(12), pp. 199-201. (In Russian).
 6. Filippova, N.A., & Litvinenko, R.V. (2020). On the issue of optimizing transport and processing schemes for the transportation of perishable goods. Informatsionnye tekhnologii i innovatsii na transporte: Materialy VI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. May, 20. Orel, Orel State University Named after I. S. Turgenev Publ. pp. 38-45. (In Russian).
 7. Vlasov, V. M., Velikanov, A. Y., Filippova, N. A., & Litvinenko, R. V. (2020). Improvement of operational requirements for cars and organization process of movement of perishable goods by special vehicle transport. Vestnik Moskovskogo Avtomobil'no-dorozhnogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta (MADI), (3(62)), pp. 30-35. (In Russian).
 8. Bliznyakova, E. A., Kulikov, A. A., & Kulikov, A. V. (2022). Comparative analysis of methods for finding the shortest path in a graph. Architecture, construction, transport, (1), pp. 80-87. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2022-1-80-87.
 9. Kulikov, A. V., Egorov, R. V., & Shorin, V. V. Sostavlenie grafa transportnoy seti ob"ektov goroda. State Registration Certificate for Computer Software No. 2022616507. Applied: 12.04.22. (In Russian).
 10. Domke, E. R., & Zhestkova, S. A. (2014). Metody optimizatsii marshrutnykh skhem razvozki грузов avtomobil'nyim transportom. Penza, PGUAS Publ., 164 p. (In Russian).
 11. Aytbagina, E. R., & Vitvitskiy, E. E. (2017). The influence of the distance on the results of the work group of vehicles for the cargo transportation by the supplier. The Russian Automobile and Highway Industry Journal, (4-5(56-57)), pp. 14-24. (In Russian).
 12. Afanas'ev, L. L., Ostrovsky, N. B., & Zuckerberg, S. M. (1984). Edinaya transportnaya sistema i avtomobil'nye perevozki. 2nd edition, revised. Moscow, Transport Publ., 333 p. (In Russian).

Сведения об авторах

Близнякова Елена Александровна, студент кафедры автомобильных перевозок, Волгоградский государственный технический университет, e-mail: el.44@bk.ru

Куликов Алексей Викторович, к. т. н., доцент кафедры автомобильных перевозок, Волгоградский государственный технический университет, e-mail: v2xoda@ya.ru

Information about the authors

Elena A. Bliznyakova, Student at the Department of Road Transportation, Volgograd State Technical University, e-mail: el.44@bk.ru

Alexey V. Kulikov, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Road Transportation, Volgograd State Technical University, e-mail: v2xoda@ya.ru

Для цитирования: Близнякова, Е. А. Моделирование процесса перевозки меда с оптового склада в розничные магазины г. Волгограда / Е. А. Близнякова, А. В. Куликов. – DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-66-77. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 2 (100). – С. 66–77.

For citation: Bliznyakova, E. A., & Kulikov, A. V. (2022). Modeling the process of transporting honey from the wholesale warehouse to retail stores in the city of Volgograd. Architecture, Construction, Transport, (2(100)), pp. 66-77. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-66-77.

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ 5.15.1, 5.15.2 И РАЗМЕТКИ 1.18 НА УЧАСТКАХ ДОРОГ С ДВИЖЕНИЕМ МАРШРУТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Г. В. Абакумов, А. В. Писцов

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

REGULATORY PECULIARITIES OF THE USE OF ROAD SIGNS 5.15.1, 5.15.2 AND MARKING 1.18 ON ROAD SECTIONS WITH TRAFFIC OF FIXED-ROUTE VEHICLES

Georgii V. Abakumov, Anatoly V. Pistsov

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. В статье рассмотрена проблема нарушений правил дорожного движения водителями автобусов при проезде перекрестков. Приведены нарушения различного характера при наличии дорожных знаков 5.15.1 и 5.15.2, а также линий дорожной разметки 1.18. Представлены конкретные локации в г. Тюмени, где водители совершают умышленные и неумышленные нарушения. Проанализирована судебная практика разрешения вопросов правонарушений при проезде перекрестков маршрутным транспортным средством. Предложены возможные пути решения описанной проблемы, в том числе на законодательном уровне.

Abstract. The article deals with the problem of violations of traffic rules by bus drivers when passing intersections. Violations of different nature in the presence of road signs 5.15.1 and 5.15.2, as well as the lines of road markings 1.18 are given. There are presented specific locations in the city of Tyumen, where drivers commit intentional and unintentional violations. Court practice on the issues of offenses at intersections by a route vehicle is analyzed. Possible ways of solving this problem, including at the legislative level, are suggested.

Ключевые слова: маршрутное транспортное средство, правила дорожного движения, безопасность дорожного движения, дорожная разметка, дорожные знаки

Key words: route vehicle, traffic rules, road safety, road markings, road signs

Введение

Повышение безопасности дорожного движения является одной из приоритетных задач в вопросе развития и эксплуатации автомобильного транспорта [1, 2]. Снижение количества ДТП, тяжести и рисков возникновения аварийных ситуаций производится как на всех уровнях государства, так и в частном порядке на предприятиях [3]. Согласно данным официальной статистики, за 9 месяцев 2021 года на дорогах Российской Федерации было совершено 2 528 ДТП с нарушением правил дорожного движения водителями автобусов. Суммарно в этих ДТП погибло 126 и ранено 3 848 человек. В Тюменской области за 2021 год было зарегистрировано 86 ДТП, в которых погибло 2 человека и ранено 109 человек.

Некоторые исследования отмечают высокие риски совершения ДТП водителем категории Д, находящимся в состоянии алкогольного опьянения [4, 5]. Однако среди всех происшествий с нарушением водителями автобусов правил дорожного движения было зарегистрировано 37 случаев, когда за рулем находился водитель в состоянии алкогольного опьянения (1,18 % от общего числа) и в которых погибло 4 человека (2,5 %), а ранения получили 59 человек (1,23 %). Для сравнения приведем данные за 9 месяцев 2021 года для водителей

личного транспорта: за этот период было зафиксировано 85 463 ДТП, произошедших из-за нарушения правил дорожного движения водителями ТС, из которых 8 688 происшествий случилось с водителями в состоянии опьянения (10,17 %). Таким образом, по результатам 2021 года относительный риск ДТП с водителем автобуса, находящимся в состоянии опьянения, гораздо ниже аналогичного происшествия с водителем легкового автомобиля. Это может быть обусловлено повышением контроля перевозчиков на этапе выпуска транспортного средства на линию.

Объект и методы исследования

Согласно матрице Хэддона, в фазе предупреждения аварии имеют значение следующие человеческие факторы: информированность, поведенческие установки, проблемы со здоровьем, полицейский контроль [6]. К факторам окружающей среды в матрице относятся: дизайн и разметка дороги, ограничения скорости, сооружения и устройства для пешеходов [7]. Информированность водителя подразумевает не только получение информации о дорожной ситуации, но и наличие знаний об особенностях работы тех или иных средств организации дорожного движения (таблица 1).

Таблица 1

Матрица Хэддона [6, 7]

Фаза	Факторы		
	Человек	Автомобиль и оборудование	Окружающая среда
До аварии (предупреждение аварии)	Информированность (в том числе о нормативно-правовой базе)	Эксплуатационная пригодность дороги	Конструктивные особенности и разметка дороги (в том числе знаки 5.15.1/5.15.2 и разметка 1.18)
	Поведенческие установки (в том числе склонность к умышленному нарушению ПДД)	Освещение	Ограничения скорости
	Проблемы со здоровьем	Состояние тормозной системы	Сооружения и устройства для пешеходов
	Полицейский контроль	Управляемость автомобиля	
		Соблюдение скоростного режима	

Несмотря на то, что действующее законодательство подразумевает полное знание правил дорожного движения водителями всех категорий транспортных средств (пункт 1.3 Правил дорожного движения РФ), часть нарушений все-таки можно отнести к неумышленным и связанным с незнанием водителем тех или иных нормативно-правовых актов. В случае, если действия водителя влекут за собой причинение вреда [8], то в зависимости от степени тяжести ответственность может из административной (ст. 12.24 КоАП РФ) перейти в уголовную (ст. 264 УК РФ). При этом система права РФ объективно воспринимает факт совершения правонарушения [9]. В зависимости от ситуации ответственность может лечь на участника дорожного движения, собственника дороги, дорожные службы и т. д. В данном исследовании не рассматриваются вопросы причинения вреда и механизмы возникновения ДТП. Предметом исследования является механизм нарушения правил дорожного движения водителями маршрутных транспортных средств.

Результаты

В части случаев нарушения ПДД водителями маршрутных транспортных средств не могут быть оправданы банальным незнанием законодательства. Например, на перекрестке улиц Широтной и Олимпийской в г. Тюмени водитель маршрутного транспортного средства выпол-

няет поворот налево не из крайнего левого положения (рис. 1) и тем самым нарушает пункт 8.5 Правил дорожного движения РФ.

В данном случае действия водителя невозможно оправдать даже наличием знака 5.15.1, установленного перед перекрестком и распространяющего действие на весь вышеприведенный перекресток (рис. 2).

В этом случае знак указывает, что поворот налево и разворот возможны только с крайней левой полосы для движения, а логика действия водителя заключается в сокращении времени простоя на перекрестке, но входит в противоречие с ПДД и КоАП. Действия данного водителя классифицируются ч. 1.1 статьи 12.14 КоАП РФ и влекут наложение штрафа в размере 500 рублей. Схожие нарушения были зафиксированы и на перекрестке улиц Широтной и Пермякова, где сочлененный автобус таким же образом выполнил поворот налево с ул. Широтной на ул. Пермякова. Определение нарушения в действиях сочлененного автобуса затрудняется наличием возможности отступать от требований пункта 8.5 ПДД и выполнять поворот не из крайнего положения транспортным средствам, которые из-за габаритов или иных причин не могут выполнить поворот из крайнего левого положения (пункт 8.7 ПДД РФ).

С другой стороны, существующие дорожные знаки и схемы организации дорожного дви-



Рис. 1. Нарушение п. 8.5 ПДД водителем маршрутного транспортного средства на перекрестке улиц Широтной и Олимпийской в г. Тюмени



Рис. 2. Дорожный знак 5.15.1, установленный на перекрестке улиц Широтной и Олимпийской в г. Тюмени



Рис. 3. Поворот автобуса не из крайнего левого положения на перекрестке улиц М. Тореза и Республики в г. Тюмени



Рис. 4. Дорожные знаки 5.15.2, установленные на перекрестке улиц М. Тореза и Республики в г. Тюмени

жения зачастую по-разному истолковываются для водителей разных категорий.

Так, согласно пункту 5.6.22 ГОСТ Р 52289-2019,¹ дорожные знаки 5.15.1 и 5.15.2 не распространяют своего действия на маршрутные транспортные средства. Термин *маршрутное транспортное средство* детально изложен в пункте 1.2 ПДД РФ и подразумевает транспортное средство, предназначенное для перевозки людей, которое движется по установленному маршруту с соблюдением обозначенных мест остановки. Иными словами, водитель маршрутного транспортного средства по-разному обязан проезжать один и тот же участок, когда он управляет легковым автомобилем, автобусом или автобусом, находящимся на регулярном маршруте. Более того, у водителя пассажирского транспортного средства неизбежно возникает ряд эмоциональных переживаний [10]. Эта психологическая нагрузка усиливается также и чувством ответственности за перевозимых пассажиров.

На перекрестке улиц М. Тореза и Республики в г. Тюмени (рис. 3) автобус выполняет поворот налево не из крайнего левого положения. Участок характеризуется наличием одностороннего движения на улицах М. Тореза и Республики. Более того, на ул. М. Тореза установлены знаки 5.15.2, разрешающие выполнять поворот налево с двух левых полос (рис. 4). В данном случае действия водителя автобуса являются прямым нарушением пункта 8.5 ПДД РФ даже несмотря на наличие данных знаков, так как по вышеупомянутому ГОСТ Р 52289-2019 они не распространяют своего действия на маршрутные транспортные средства. Согласно устному опросу водителей, такие действия на участке носят постоянный характер, что может свидетельствовать о незнании водителями автобусов данных правовых норм.

В ряде городов РФ имеется определенная судебная практика по таким вопросам. В качестве примера были рассмотрены судебные решения № 12-66/2016 (г. Йошкар-Ола) и № 12-300/2015 (г. Иваново). В обоих случаях судебное реше-

¹ ГОСТ Р 52289-2019. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 декабря 2019 г. N 1425-ст : дата введения 01.04.2020 : разработан Федеральным автономным учреждением «Российский дорожный научно-исследовательский институт» (ФАУ «РОСДОРНИИ») Министерства транспорта Российской Федерации. – Москва : Стандартинформ, 2020. – 134 с. – Текст : непосредственный.

ние производилось по одной логике. Водители маршрутных транспортных средств выполняли поворот согласно дорожным знакам, но не из крайнего положения. Инспектор ДПС составлял протокол об административном нарушении по ч. 1.1 ст. 12.14 КоАП РФ. Водители, не согласившись с постановлением, обращались в местный суд. Далее судьи следовали следующей логике:

1. Согласно 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения», при имеющихся различных законодательных нормах подлежит применению именно та норма права, которая нацелена на обеспечение безопасности дорожного движения.
2. Невозможность приоритетного применения дорожных знаков 5.15.1 или 5.15.2 без учета положений, приведенных в пункте 8.5 ПДД РФ.
3. Несоблюдение пункта 8.5 ПДД РФ приводит к факту необеспечения безопасности дорожного движения на участке.
4. Сохранение факта правонарушения по ч. 1.1 ст. 12.14 КоАП РФ.

В деле № 12-300/2015 также был отмечен факт возможности отступить от требований пункта 8.5 ПДД РФ при наличии невозможности выполнения поворота из крайнего положения ввиду габаритов или иных причин (пункт 8.7 ПДД РФ). Однако данный факт водителем заявлен не был. Таким образом, судебная практика в данной проблеме однозначно подтверждает факт правонарушения водителями маршрутных транспортных средств правил дорожного движения. Также, опираясь на заявления водителей в суд, можно сделать вывод о том, что водитель зачастую принимает неправильное решение при проезде подобных перекрестков по причине недостаточных знаний в сфере законодательства, регулирующего дорожное движение.

Стоит отметить, что в летний период на перекрестке улиц М. Тореца и Республики нанесена разметка 1.18 (рис. 5). Согласно действующему законодательству, ее применяют самостоятельно или в сочетании со знаками 5.15.1, 5.15.2 для указания разрешенных на перекрестке направлений движения по полосам (ГОСТ Р 52289-2019).



Рис. 5. Разметка 1.18, нанесенная перед перекрестком улиц М. Тореца и Республики в г. Тюмени

В отличие от знаков 5.15.1, 5.15.2, упоминающие о том, что разметка 1.18 не распространяет своего действия на маршрутные транспортные средства, в действующем законодательстве отсутствует, что делает маневр поворота налево водителем маршрутного транспортного средства с полосы, не являющейся крайней левой, отвечающим требованиям законодательства в сфере дорожного движения.

В данном случае наблюдается двойная трактовка правил проезда данного перекрестка, которая зависит в первую очередь от видимости дорожной разметки. Согласно Приложению 2 ПДД РФ, если дорожная разметка недостаточно различима, то водители должны руководствоваться дорожными знаками. Однако водитель маршрутного транспортного средства не может руководство-

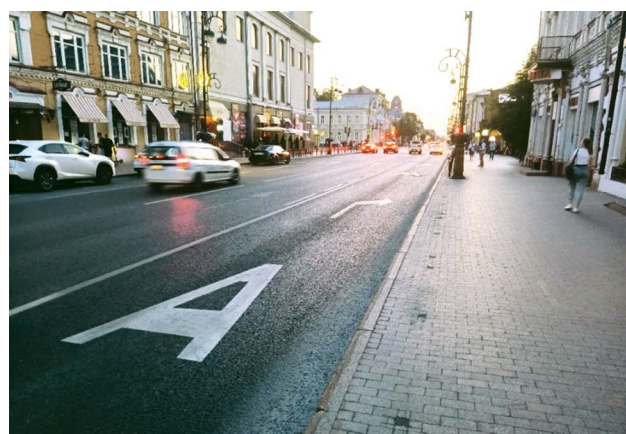


Рис. 6. Разметка 1.18, нанесенная перед перекрестком улиц Республики и Челюскинцев в г. Тюмени

ваться данными знаками по ранее приведенным причинам. Разметка 1.18, нанесенная на дорогах г. Тюмени, приводит, в том числе, и к противоположной ситуации. Например, перед перекрестком улиц Республики и Челюскинцев данная разметка нанесена на специальной полосе для маршрутных транспортных средств (рис. 6).

Обсуждение

Исследованные нарушения можно условно разделить на несколько групп (таблица 2).

Таблица 2

Классификация нарушений ПДД водителями маршрутных транспортных средств

Характер нарушения правил дорожного движения водителями маршрутных транспортных средств	Механизм возникновения факта нарушения
Злостные нарушения, влияющие на безопасность дорожного движения	Водитель маршрутного транспортного средства не руководствуется ни п. 8.5 ПДД РФ, ни знаками 5.15.1 и 5.15.2
Нарушения, связанные с противоречиями нормативно-правовой базы и непосредственно влияющие на безопасность дорожного движения	Водитель маршрутного транспортного средства руководствуется знаками 5.15.1/5.15.2 вместо п. 8.5 ПДД РФ
Нарушения, связанные с противоречиями нормативно-правовой базы и непосредственно не влияющие на безопасность дорожного движения	Водитель движется по специальной полосе для маршрутных транспортных средств с нарушением требований разметки 1.18

Существует также проблема умышленного несоблюдения водителями маршрутных транспортных средств правил дорожного движения. Путей решения у данной проблемы несколько. Во-первых, со стороны органов регулирования необходимо усилить контроль за подготовкой водителей транспортных средств категории Д. Более того, ужесточить контроль на предприятиях, осуществляющих деятельность в сфере пассажирских перевозок. Для снижения количества «дорожных ловушек», где на участке установлены знаки 5.15.1/5.15.2 совместно с разметкой 1.18,

необходимо внести корректировки в законодательство, в частности в ГОСТ Р 52289-2019, и предусмотреть для описания разметки 1.18 фразу о нераспространении ее действия на маршрутные транспортные средства. Данная мера позволит избежать двоякого толкования технических средств организации дорожного движения на перекрестке в зимнее и летнее время, что в свою очередь снизит количество правонарушений водителями маршрутных транспортных средств. Также данная мера позволит избежать нарушений требований разметки 1.18, нанесенной на выделенной полосе для движения маршрутных транспортных средств.

В качестве альтернативы изменению законодательства в сфере организации дорожного движения предлагается использовать разметку 1.18 в местах, где ввиду особенностей схем организации дорожного движения водитель автобуса может выполнить поворот только согласно знакам 5.15.1 или 5.15.2 не из крайнего положения на проезжей части.

Что же касается разметки 1.18, нанесенной на специальной полосе для маршрутных транспортных средств, то в данном случае необходима переработка проектной документации и демонтаж данной разметки (рис. 7). Замена данной разметки на знаки 5.15.1 или 5.15.2 позволит водителям транспортных средств отступать от их требований и выполнять движение в прямом направлении на перекрестках по типу перекрестка улиц Республики и Челюскинцев в г. Тюмени.



Рис. 7. Альтернатива разметке 1.18, позволяющая маршрутному транспортному средству двигаться на перекрестке в прямом направлении без правонарушений

Выводы

В любом случае решение данной проблемы законодательным путем или в частном порядке на участках улично-дорожной сети должно быть взвешенным и учитывать не только юридические моменты, но и общий объем затрат на вводимые

мероприятия. Любое мероприятие по изменению схемы организации дорожного движения требует определенного финансирования и затрат. Более того, затруднителен сам процесс оценки и подсчета подобных участков не только в масштабах страны, но и конкретного города в частности.

Библиографический список

1. Квитчук, А. С. Обеспечение безопасности дорожного движения: историко-правовой аспект / А. С. Квитчук. – Текст : непосредственный // Управление деятельностью по обеспечению безопасности дорожного движения : состояние, проблемы, пути совершенствования. – 2021. – № 1 (4). – С. 217–221.
2. Пресняков, В. А. Анализ причин дорожно-транспортных происшествий на автотранспортном предприятии ООО «Норд ТЭУ» г. Владивосток / В. А. Пресняков, Р. В. Напасный. – Текст : непосредственный // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 8–3. – С. 579–582.
3. Квитчук, А. С. Повышение безопасности дорожного движения как реализация цели устойчивого развития по снижению смертности / А. С. Квитчук, И. С. Лаврентьева. – Текст : непосредственный // Административно-правовое регулирование правоохранительной деятельности : теория и практика : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, 24 мая. – Краснодар : Краснодарский университет МВД России, 2019. – С. 126–131.
4. Васильченко, А. С. Клинико-психологические факторы опасного вождения у различных категорий водителей / А. С. Васильченко, С. В. Шпорт. – Текст : непосредственный // Социальная и клиническая психиатрия. – 2020. – Т. 30. – № 4. – С. 47–53.
5. Алкоголь как фактор повышенной аварийности у водителей автобусов / З. И. Кекелизде, Д. А. Полянский, С. В. Шпорт, А. Г. Соловьев. – DOI: 10.33396/1728-0869-2020-11-60-64. – Текст : непосредственный // Экология человека. – 2020. – № 11. – С. 60–64.
6. Baker, S. P. Reducing injuries and their results : the scientific approach / S. P. Baker, W. Jr. Haddon. – DOI: 10.2307/3349509. – Direct text // The Milbank Memorial Fund Quarterly. Health and Society. – 1974. – Vol. 52. – No. 4. – Pp. 377–389.
7. Haddon, W. Jr. A logical framework for categorizing highway safety phenomena and activity / W. Jr. Haddon. – DOI: 10.1097/00005373-197203000-00002. – Direct text // Journal of Trauma : Injury, Infection, and Critical Care. – 1972. – Vol. 12, Issue 3. – Pp. 193–207.
8. Ковальчук, А. А. Проблемы административной ответственности за нарушение ПДД, повлекшее причинение вреда / А. А. Ковальчук. – Текст : непосредственный // Символ науки : международный научный журнал. – 2017. – Т. 3. – № 4. – С. 103–107.
9. Бахрах, Д. Н. Административное право : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 021100 «Юриспруденция» / Д. Н. Бахрах, Б. В. Россинский, Ю. Н. Стариков. – 3-е изд., пересмотр. и доп. – Москва : Норма, 2008. – 815 с. – Текст : непосредственный.
10. Особенности эмоциональных переживаний профессиональных водителей в зависимости от оценки дорожной ситуации / А. П. Макурина, С. В. Шпорт, А. А. Дубинский, А. С. Васильченко. – DOI: 10.24411/1560-957X-2019-11923. – Текст : непосредственный // Российский психиатрический журнал. – 2019. – № 3. – С. 11–17.

References

1. Kvitchuk, A. S. (2021). Ensuring road safety: historical and legal aspect. Managing of activities to ensure road safety: state, problems, ways of improvement, (1(4)), pp. 217-221. (In Russian).

2. Presnyakov, V. A., & Napasny, R. V. (2015). Analysis of the causes of road accidents in a road transport enterprise "Nord TEU" Vladivostok. *International Journal of Applied and Fundamental Research*, (8-3), pp. 579-582. (In Russian).
3. Kvitchuk, A. S., & Lavrent'eva, I. S. (2019). Povyshenie bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya kak realizatsiya tseli ustoychivogo razvitiya po snizheniyu smertnosti. *Administrativno-pravovoe regulirovanie pravookhranitel'noy deyatelnosti: teoriya i praktika: Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, May, 24. Krasnodar, KrU of Internal Affairs of Russia Publ., pp. 126-131. (In Russian).
4. Vasilchenko, A. S., & Shport, S. V. (2020). Clinical and psychological factors of dangerous driving in different categories of drivers. *Sotsial'naya i klinicheskaya psikhatriya*, 30(4), pp. 47-53. (In Russian).
5. Kekelidze, Z. I., Polyansky, D. A., Shport, S. V., & Soloviev, A. G. (2020). Alcohol as a risk factor for accidents among bus drivers. *Human Ecology*, (11), pp. 60-64. (In Russian). DOI: 10.33396/1728-0869-2020-11-60-64.
6. Baker, S. P., & Haddon, W. Jr. (1974). Reducing injuries and their results: the scientific approach. *The Milbank Memorial Fund Quarterly. Health and Society*, 52(4), pp. 377-389. (In English). DOI: 10.2307/3349509.
7. Haddon, W. Jr. (1972). A logical framework for categorizing highway safety phenomena and activity. *Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, 12(3), pp. 193-207. (In English). DOI: 10.1097/00005373-197203000-00002.
8. Koval'chuk, A. A. (2017). Problemy administrativnoy otvetstvennosti za narushenie PDD, povlekshee prichinenie vreda. *Symbol of science: international scientific journal*, 3(4), pp. 103-107. (In Russian).
9. Bakhrakh, D. N. Rossinskiy, B. V., & Starilov Yu. N. (2008). *Administrativnoe pravo*. 3rd edition, revised. Moscow, Norma Publ., 815 p. (In Russian).
10. Makurina, A. P., Shport, S. V., Dubinskiy, A. A., & Vasil'chenko, A. S. (2019). Peculiarities of emotional experiences of professional drivers depending on their evaluation of the road traffic situation. *Russian Journal of Psychiatry*, (3), pp. 11-17. (In Russian). DOI: 10.24411/1560-957X-2019-11923.

Сведения об авторах

Абакумов Георгий Валерьевич, к. т. н., доцент кафедры эксплуатации автомобильного транспорта, Тюменский индустриальный университет, e-mail: abakumovgv@tyuiu.ru

Писцов Анатолий Викторович, заведующий лабораторией кафедры эксплуатации автомобильного транспорта, Тюменский индустриальный университет, e-mail: pistsovav@tyuiu.ru

Information about the authors

Georgii V. Abakumov, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Road Transport Operation, Industrial University of Tyumen, e-mail: abakumovgv@tyuiu.ru

Anatoly V. Pistsov, Head of Laboratory at the Department of Road Transport Operation, Industrial University of Tyumen, e-mail: pistsovav@tyuiu.ru

Для цитирования: Абакумов, Г. В. Нормативно-правовые особенности применения дорожных знаков 5.15.1, 5.15.2 и разметки 1.18 на участках дорог с движением маршрутных транспортных средств / Г. В. Абакумов, А. В. Писцов. – DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-78-85. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 2 (100). – С. 78–85.

For citation: Abakumov, G. V., & Pistsov, A. V. (2022). Regulatory peculiarities of the use of road signs 5.15.1, 5.15.2 and marking 1.18 on road sections with traffic of fixed-route vehicles. *Architecture, Construction, Transport*, (2(100)), pp. 78-85. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-78-85.

ЗАДАЧА РАЗРАБОТКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДБОРА ПЕРСОНАЛА «УМНОГО» ПРЕДПРИЯТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

О. Ф. Данилов¹, Д. Р. Николаева¹, В. О. Доманский¹, М. О. Захарова²

¹ Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

² АО «Мостострой-11», Тюмень, Россия

THE TASK OF DEVELOPING AN INTELLIGENT AUTOMATED RECRUITMENT SYSTEM FOR A "SMART" COMPANY IN THE BUILDING INDUSTRY

Oleg F. Danilov¹, Darya R. Nikolaeva¹, Vladimir O. Domansky¹, Maria O. Zakharova²

¹ Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

² JSC "Mostostroy-11", Tyumen, Russia

Аннотация. Работа кадровой службы предприятия во многом определяет эффективность его деятельности. Планирование, организация, учет и контроль за работой персонала – функции управления, которые в эпоху цифровых трансформаций могут и должны быть автоматизированы. Авторами произведена оценка функционала HR-службы строительной фирмы, осуществлена декомпозиция задач первого и второго уровней по подбору и обработке данных персонала с целью оценки возможной приоритетности автоматизации кадровых процессов в рамках создаваемой интеллектуальной системы кадрового планирования строительного предприятия.

Abstract. The work of the personnel department of the company largely determines the effectiveness of its activities. Planning, organizing, accounting, and controlling the staff work are management functions that can and should be automated in the era of digital transformation. The authors have assessed the functionality of the HR-service of the construction firm; they have carried out the decomposition of first and second level of recruitment and data processing tasks to assess the possible priority of automation of personnel processes in the intelligent system of personnel planning of the construction enterprise.

Ключевые слова: распределение кадров, автоматизация кадровых процессов, интеллектуальная система, интеллектуальный модуль, HR-служба

Key words: personnel distribution, automation of personnel processes, intelligent system, intelligent module, HR-service

Введение

Конечный результат работы предприятия во многом зависит от организации управления персоналом. Проблема многих современных компаний определяется как неспособность к инновациям (принятие непрозрачных решений, сложные интеграции, проблемы с персоналом в связи с неправильным распределением и дефицитом рабочей силы и т. д.), что ведет к увеличению рисков, затратам, дезориентации работников.

Основная проблема, с которой сталкиваются менеджер отдела кадров и руководители проектов, – нерациональное распределение сотрудников по проектам. «Ручной» подход к подбору и распределению кадров крайне неэффективен, а зачастую требует существенных временных затрат. Кроме того, при таком подходе сложно избежать влияния человеческого фактора. Неверная расстановка кадров приводит к снижению производительности и, как следствие, потере прибыли [1–5].

Объект исследования

Исследования показывают, что современные строительные организации при реализации проектов испытывают ряд серьезных трудностей, связанных с низкой продуктивностью персонала. В связи с отсутствием системы распределения кадров при заходе в проект падает производительность и эффективность работы предприятия в целом, что негативно сказывается на рабочем персонале и руководителях фирмы. Объектом данного исследования являются кадровые процессы на предприятии, предметом – интеллектуальная система планирования, подбора и расстановки кадров для реализации проектов строительных организаций, в частности АО «Мостострой-11». Цель настоящего исследования заключается в создании интеллектуального модуля, реализующего планирование

кадровой структуры на основании заданных параметров проекта строительства [6–10].

Результаты

Задачами интеллектуальной системы планирования и расстановки кадров являются следующие:

- обеспечение сбора информации о сотрудниках и проектах для рационального распределения кадров;
- создание системы уведомлений и отслеживания квалификации работников;
- снижение трудозатрат и времени на отбор кадров для проекта.

Бизнес-процессы создаваемой интеллектуальной системы представлены на рис. 1. Деятельность кадровой службы предприятия можно описать с помощью контекстной диаграммы, представленной на рис. 2.

В ней отражены:

- входные данные (персональные данные, информация об объекте строительства, критерии отбора сотрудников);
- выходные данные (отчеты, приказы, документы по организации работы);
- основные документы кадрового делопроизводства (Трудовой кодекс РФ, трудовые книжки, должностные инструкции, личные карточки работников);
- механизмы (CRM-система).

Для обеспечения кадрового процесса на предприятии необходимо:

- прогнозирование участия в будущих проектах;
- контроль за уровнем квалификации и этапами обучения работников;
- фиксация увольнения и принятия на работу;
- фиксация больничных, декретов;
- отслеживание занятости работников в существующих проектах;
- заполнение карточек сотрудников.

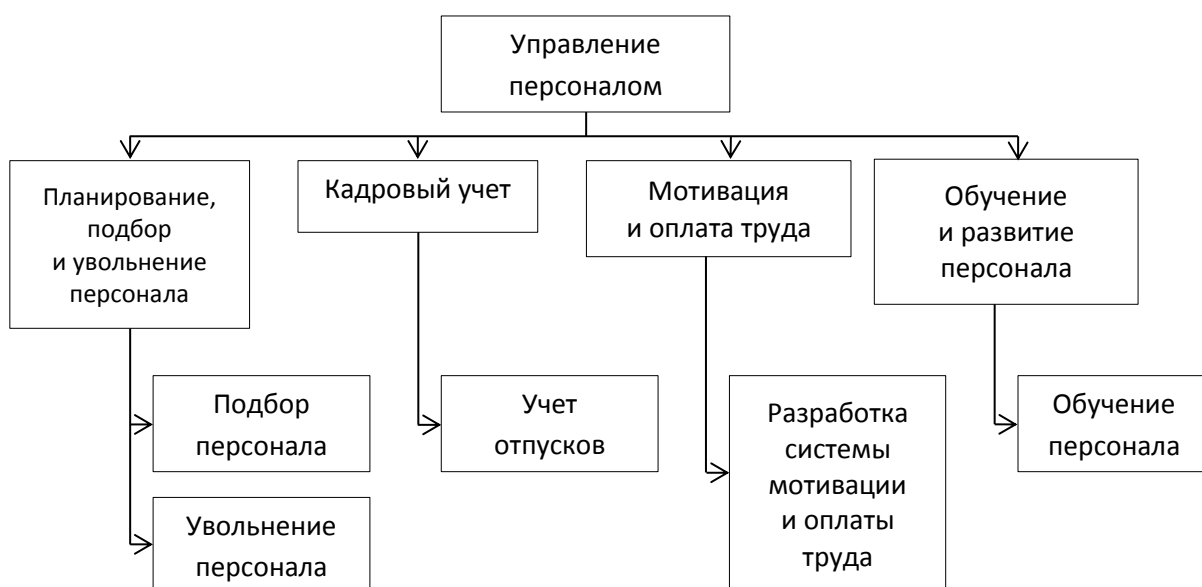


Рис. 1. Схема бизнес-процессов для интеллектуальной системы кадровой службы предприятия



Рис. 2. Контекстная диаграмма работы кадрового отдела

На основании анализа задач системы распределения кадров по проектам (таблица 1) были сформированы приоритеты автоматизации.

1. Функции, требующие внеочередной автоматизации:

- контроль за уровнем квалификации и этапами обучения;
- фиксация принятия на работу и увольнений сотрудников.

2. Функция, которую необходимо автоматизировать во вторую очередь:

- фиксация больничных, декретов и отпусков.

3. Функции, которые могут быть автоматизированы:

- прогнозирование участия работников в будущих проектах;
- отслеживание занятости в существующих проектах;
- распределение отпусков сотрудников.

4. Функция, которая не может быть автоматизирована:

- заполнение карточек сотрудников.

Таблица 1

Задачи системы распределения кадров по проектам

Функция	Задача
Прогнозирование	Отслеживание графиков отпусков для назначения сотрудников на будущий проект в соответствии с полученной информацией Анализ предыдущих распределений для выявления ошибок и дальнейшего их исправления
Контроль за уровнем квалификации	Хранение данных о квалификации работников Своевременное оповещение о необходимости пройти квалификацию Направление на курсы повышения квалификации или увольнение сотрудников при неподтверждении квалификации Запись новых результатов переквалификации
Фиксация увольнения и принятия на работу	Составление списка уволенных сотрудников и удаление информации о них из базы данных Составление списка новых сотрудников, которые прошли проверку квалификации и аттестацию Добавление новых сотрудников в базу данных
Фиксирование больничных, декретов, командировок	Хранение в базе данных записей о больничных, декретах и командировках Построение графика пребывания на работе Анализ посещаемости работы сотрудником для выведения отчетов о посещаемости и дальнейшего распределения по проектам
Отслеживание графика работ	Хранение информации о графиках работ Анализ графика работ для назначения сотрудников на определенный проект в соответствии с данными о рабочих днях и отпусках
Отслеживание занятости персонала	Хранение информации о занятости в проектах Составление списков работников, которые могут приступить к следующему проекту, то есть тех, кто не участвует в проектах в данный момент времени или их занятость в других проектах неплотная Определение степени занятости в других проектах Определение полезности участия сотрудника в проекте
Распределение по проектам	Анализ данных о квалификации сотрудников и полезности их участия в проектах, графике работ, графике отпусков для распределения работников по проектам

Рассмотрим процессы, происходящие в отделе. Разделим блок деятельности отдела кадров на функции (рис. 3).

1. Обработка данных.

Поступающие на вход данные о сотруднике (ФИО, квалификация) обрабатываются менеджером кадрового отдела и посредством системы 1С в соответствии с управлением личной карточкой сотрудника (рабочим графиком, квалификацией), трудовой книжкой и Трудовым кодексом РФ. На основании обработанных данных создается список сотрудников, на выходе формируется список сотрудников, которые могут приступить к работе над проектом в данный момент времени, а также трудовые договоры и приказы об увольнении.

2. Соотнесение данных.

На этом этапе происходит соотнесение данных, полученных при их обработке в ходе реализации предыдущего этапа, и данных о проекте (критериях отбора персонала и информации об объекте строительства) в соответствии с Трудовым кодексом РФ.

Выполняет эту работу менеджер по распределению кадров. На выходе формируется список отобранных сотрудников и создается классификация работников по проектам.

3. Распределение кадров по проектам.

После получения списка подходящих рабочих (на входе) происходит их распределение по проектам в соответствии с Трудовым кодексом РФ (управление). Список работников составляет менеджер по распределению кадров. На выходе получаем список сотрудников, классифицированных по категориям, и отчет по распределению трудовых ресурсов.

4. Распределение задач.

На входе формируется список работников по категориям, которые могут приступить к работе в данный момент времени. На основании входных данных, Трудового кодекса РФ и должностных инструкций (управление) менеджер кадрового отдела составляет планы работ по проекту с указанием графика работ и вида деятельности для каждого сотрудника. На выходе мы получаем организационные процессы.

Проведем декомпозицию функции обработки данных (рис. 4), которую можно разделить на несколько подфункций.

1. Прием на работу и увольнение.

Данные функции выполняются параллельно. На входе – данные о сотрудниках (ФИО, должность, уровень квалификации и т. д.). Выполнение данной функции осуществляется на основании личной карточки сотрудника, трудовой книжки и Трудового кодекса РФ (статьи 17, 19, 77–84). На выходе формируются список сотрудников, принятых на работу (при найме), список уволенных сотрудников (при увольнении), трудовые договоры и приказы об увольнении. Процессом управляет работодатель.

2. Проверка квалификации.

На входе – список сотрудников, принятых на работу, и данные о них, их квалификации. На выходе – данные о сотрудниках, прошедших переквалификацию или подтвердивших квалификацию.

Процесс управления осуществляется на основании Трудового кодекса РФ (статьи 195.1–195.3) и личной карточки сотрудника. Механизм управления реализует менеджер по работе с кадрами.

3. Проверка аттестации.

На входе – список сотрудников, прошедших квалификацию (переквалификацию), а также данные об аттестации. На выходе – список сотрудников, прошедших аттестацию. Управление – Трудовой кодекс РФ (статьи 195.1–195.3) и личная карточка сотрудника. Механизм управления – менеджер по работе с кадрами (в части аттестации).

4. Составление списка сотрудников.

На входе подаются список уволенных сотрудников, персональные данные сотрудников и список тех, кто прошел аттестацию. На выходе получаем данные о сотрудниках, которые могут приступить к работе в данный момент времени.

Управление осуществляется на основании Трудового кодекса (статья 21) и личной карточки сотрудника. Механизмом управления является менеджер по распределению трудовых ресурсов.

Схема декомпозиции функции распределения задач приведена на рис. 5. Эту функцию можно разделить следующим образом.

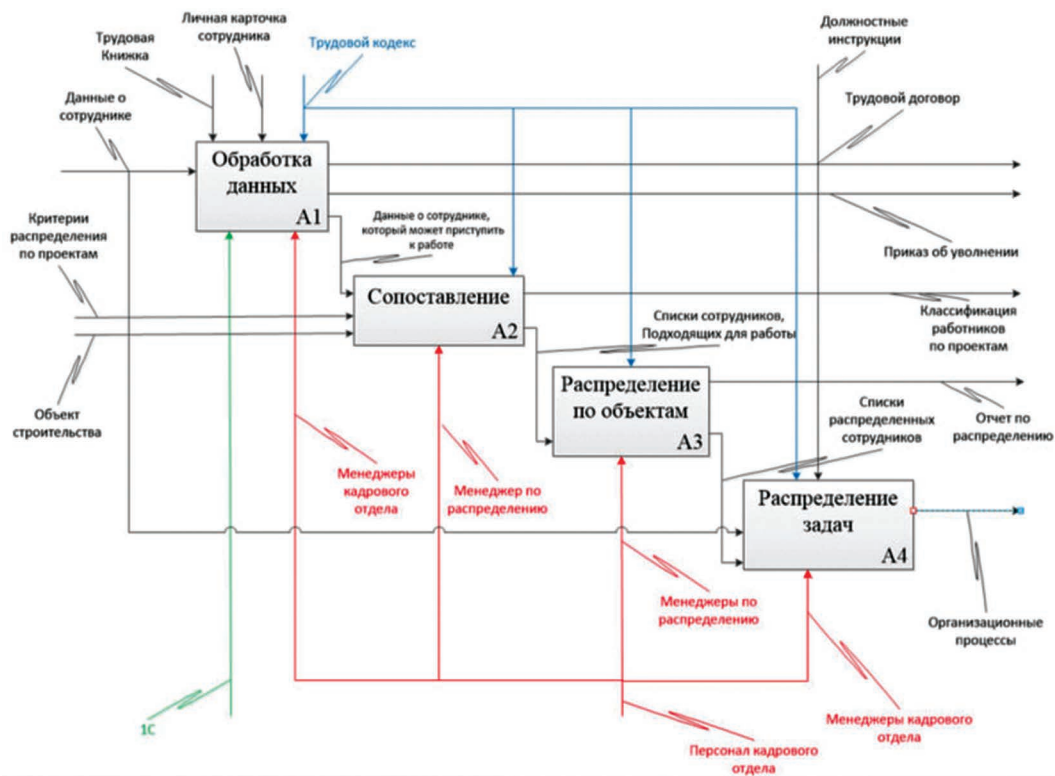


Рис. 3. Декомпозиция первого уровня контекстной диаграммы по подбору кадров

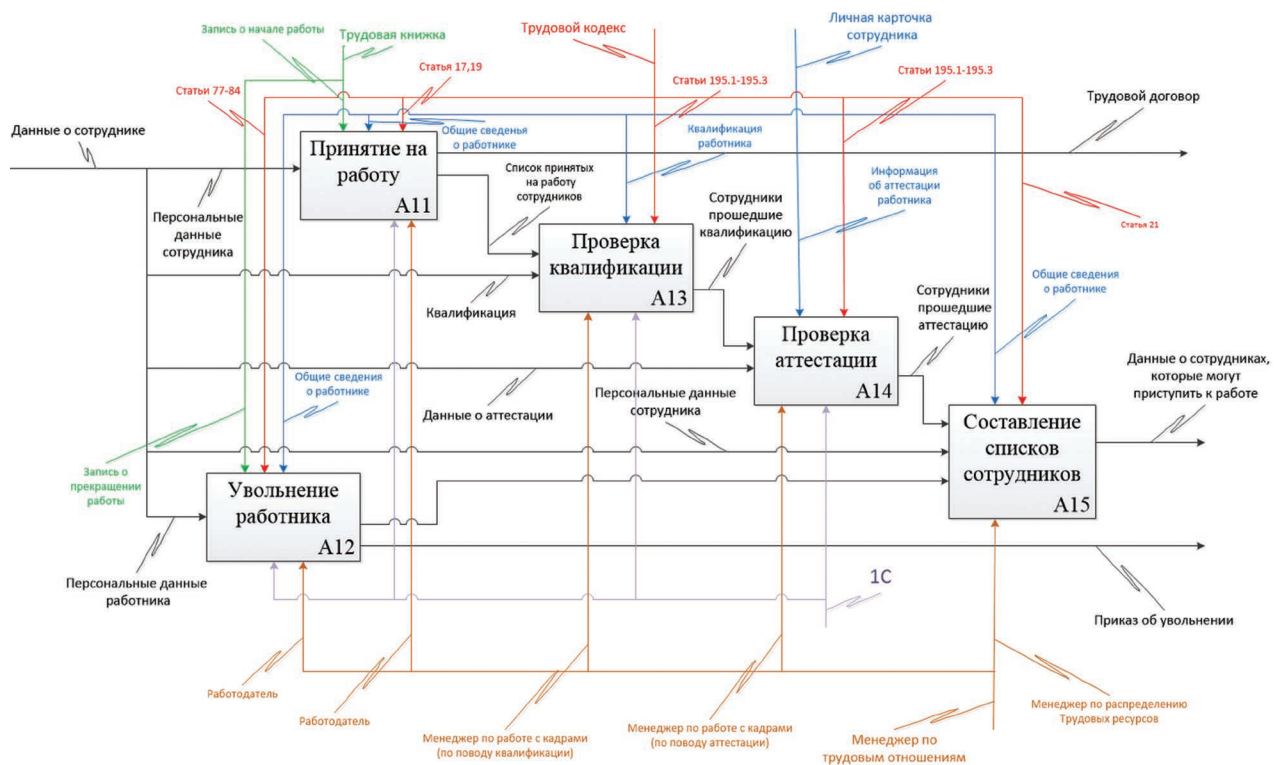


Рис. 4. Декомпозиция второго уровня функции обработки данных

1. Назначение задач.

На входе поступает информация о распределении сотрудников по проектам и их персональные данные. На выходе – список задач для каждого работника. Задачи назначаются в соответствии с должностными инструкциями и ТК РФ (статьи 21, 22), управляет процессом назначения задач менеджер по распределению кадров.

2. Назначение сроков выполнения задач.

На входе формируется список задач, на основании которых устанавливаются сроки их выполнения (выходные данные). Распределение сроков происходит в соответствии с Трудовым кодексом РФ (статьи 100–105). Механизм управления – менеджер по трудовым отношениям.

3. Составление графиков работ.

На входе – сроки выполнения задач, на выходе – графики выполнения работ, управление осуществляется на основании Трудового кодекса РФ (статьи 100–105), механизмом управления является менеджер по трудовым отношениям.

4. Проверка выполнения работ.

На входе – график работ, на выходе – отчет

по выполненной работе в виде документов. Документы составляются в соответствии с Трудовым кодексом (статья 360) секретарем отдела кадров.

5. Подведение результата работ.

На входе – отчеты о выполненной работе. На основании этого происходит организация работ по проектам, регулируемая Трудовым кодексом РФ. В качестве механизма управления выступает секретарь отдела кадров.

Выводы

Выполненные в работе исследования послужат основой для разработки интеллектуальной системы подбора и расстановки кадров предприятия. Следующий этап – формирование баз данных с описанием связей и схем, формирование требований к системе в целом, а также к выполняемым функциям и видам обеспечения.

Итогом работы станет разработанный MVP в виде платформы с архитектурой «клиент – сервер», в которой задания или сетевая нагрузка распределены между поставщиками услуг, называемыми серверами, и их заказчиками-клиентами.

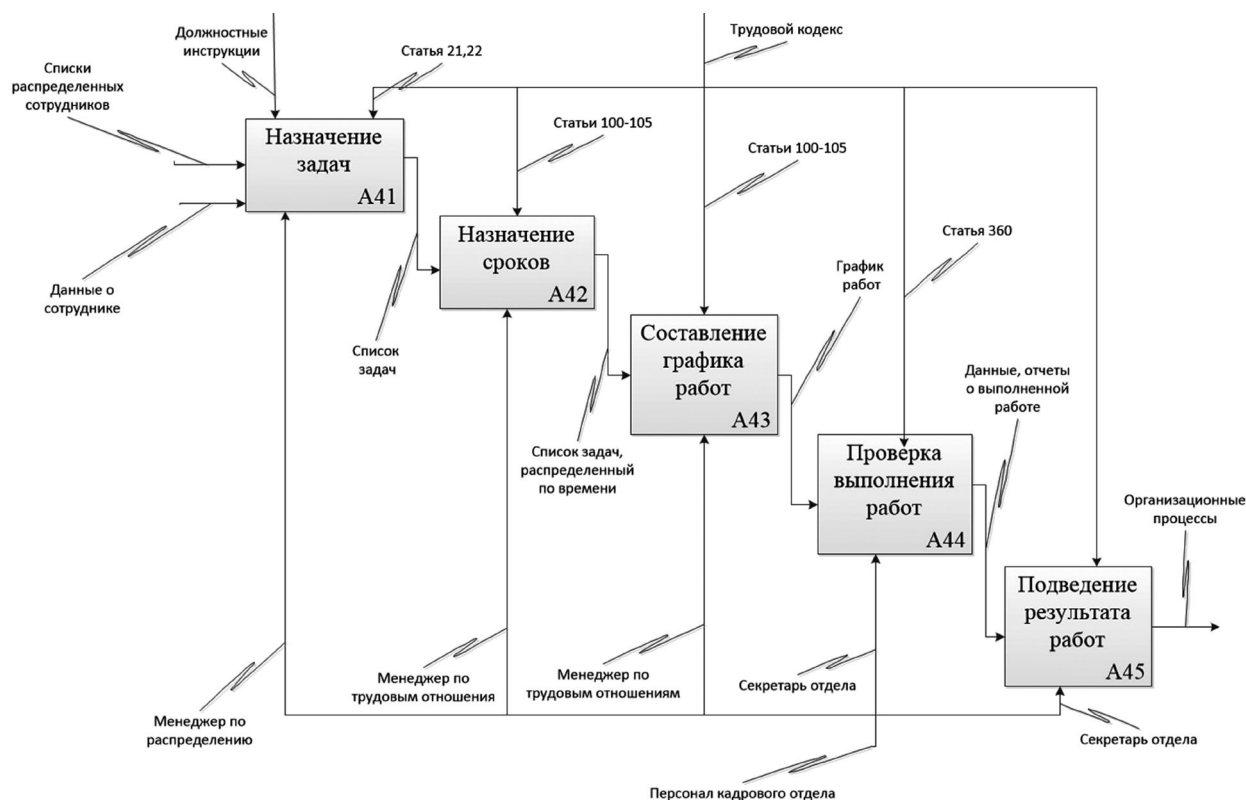


Рис. 5. Декомпозиция второго уровня функции распределения задач

Библиографический список

1. Блохина, О. А. HRM-системы в управлении персоналом / О. А. Блохина, Е. С. Петрова. – Текст : электронный // Системное управление. – 2009. – № 2 (5). – URL : http://sisupr.mrsu.ru/2009-2/pdf/9.9_Blocina.pdf (дата обращения : 25.06.2021).
2. Тихонов, А. И. Проблемы и особенности автоматизации подбора персонала / А. И. Тихонов, М. А. Федотова, А. А. Чекан. – DOI: 10.24411/2413-046X-2019-10017. – Текст : непосредственный // Московский экономический журнал. – 2019. – № 10. – С. 29.
3. Барановская, Т. П. Исследование HRM-систем : анализ рынка, выбор и внедрение для компаний среднего и крупного бизнеса / Т. П. Барановская, А. Е. Вострокнутов, В. С. Березовский. – Текст : непосредственный // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 115. – С. 707–729.
4. Управление персоналом : учебник для вузов / Т. Ю. Базаров, Б. Л. Еремин, Е. А. Аксенова [и др.]. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. – 560 с. – Текст : непосредственный.
5. Забродин, Ю. М. Психология личности и управления человеческими ресурсами / Ю. М. Забродин. – Москва : Дело, 2016. – 299 с. – Текст : непосредственный.
6. Сотникова, Д. А. Методы поиска персонала / Д. А. Сотникова. – Текст : непосредственный // Новый университет. Серия : Экономика и право. – 2016. – № 8 (66). – С. 57–67. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-poiska-personala> (дата обращения : 21.04.2020).
7. Каратыгин, Д. А. Интеллектуальная система поддержки принятия решений специалиста отдела кадров по управлению сотрудниками, основанная на нечетких множествах / Д. А. Каратыгин, О. Е. Фомичева, О. Г. Харахан. – Текст : непосредственный // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2016. – № 6. – С. 171–178.
8. Интеллектуальная мобильность и мобильность как услуга в Умных Городах / В. П. Куприяновский, А. В. Акимов, О. Н. Покусаев [и др.]. – Текст : непосредственный // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – № 12. – С. 77–122.
9. Колесов, В. И. Стратегия устойчивого инновационного развития города в рамках концепции Smart City / В. И. Колесов, О. Ф. Данилов // Современные тренды развития стран и регионов – 2018 : Материалы международной научно-практической конференции : в 2 томах, Тюмень, 07 декабря 2018 года / ответственный редактор О. В. Ямова. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2019. – Т. 2. – С. 78–83.
10. Данилов, О. Ф. Как построить умный город? / О. Ф. Данилов, Д. Р. Николаева. – Текст : непосредственный // Цифровизация как драйвер роста науки и образования : монография. – Петрозаводск : Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2020. – С. 170–188.

References

1. Blokhina, O. A., & Petrova, E. S. (2009). HRM-sistemy v upravlenii personalom. Sistemnoe upravlenie, (2(5)), pp. 1-8. (In Russian). Available at: http://sisupr.mrsu.ru/2009-2/pdf/9.9_Blocina.pdf (accessed 25.06.2021).
2. Tikhonov, A. I., Fedotova, M. A., & Chekan, A. A. (2019). The problems and peculiarities of automation of recruitment. Moscow Economic Journal, (10), p. 29. (In Russian).
3. Baranovskaya, T. P., Vostroknutov, A. E., & Berezovsky, V. S. (2016). The study of HRM systems: market analysis, selection and implementation for medium-sized and large businesses. Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University, (115), pp. 707-729. (In Russian).
4. Bazarov, T. Yu., Eremin, B. L., Aksenova, E. A., Malinovskiy, P. V., & Malinovskaya, N. M. (2017). Upravlenie personalom. Moscow, YuNITI-DANA Publ., 560 p. (In Russian).

5. Zabrodin, Yu. M. (2016). Psikhologiya lichnosti i upravleniya chelovecheskimi resursami. Moscow, Delo Publ., 299 p. (In Russian).
6. Sotnikova, D. A. (2016). Methods of search of personnel. New University, (8(66)), pp. 57-67. (In Russian). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-poiska-personala> (accessed 21.04.2020).
7. Karatygin, D. A., Fomicheva, O. E., & Kharakhan, O. G. (2016). Intellectual system for support specialist personnel management staff, based on fuzzy sets. Mining Informational and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal), (6), pp. 171-178. (In Russian).
8. Kupriyanovsky, V., Akimov, A., Pokusaev, O., Alenkov, V., Namiot, D., & Sinyagov, S. (2017). Intellectual mobility and mobility as a service in smart cities. International Journal of Open Information Technologies, 5(12), pp. 77-122. (In Russian).
9. Kolesov, V. I. & Danilov, O. F. (2018). Strategiya ustoychivogo innovatsionnogo razvitiya goroda v ramkakh kontseptsii Smart City. Sovremennye trendy razvitiya stran i regionov – 2018: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: v 2 tomakh, December, 07. Tyumen, Industrial University of Tyumen Publ., 2, pp. 78-83. (In Russian).
10. Danilov, O. F., & Nikolaeva, D. R. (2020). How to build a smart city? Tsifrovizatsiya kak drayver rosta nauki i obrazovaniya, pp. 170-188. (In Russian).

Сведения об авторах

Данилов Олег Федорович, д. т. н., профессор, заведующий кафедрой автомобильного транспорта, строительных и дорожных машин, Тюменский индустриальный университет, e-mail: danilov_of@mail.ru

Николаева Дарья Романовна, к. т. н., доцент кафедры автомобильного транспорта, строительных и дорожных машин, Тюменский индустриальный университет, e-mail: nikolaevadr@tyuiu.ru

Доманский Владимир Олегович, старший преподаватель кафедры автомобильного транспорта, строительных и дорожных машин, Тюменский индустриальный университет, e-mail: domanskijvo@tyuiu.ru

Захарова Мария Олеговна, инженер-конструктор, АО «Мостострой-11», e-mail: mariya.zaxarova.1998@mail.ru

Information about the authors

Oleg F. Danilov, Doctor of Engineering, Professor, Head at the Department of Automobile Transport, Construction and Road Machines, Industrial University of Tyumen, e-mail: danilov_of@mail.ru

Darya R. Nikolaeva, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Automobile Transport, Construction and Road Machines, Industrial University of Tyumen, e-mail: nikolaevadr@tyuiu.ru

Vladimir O. Domansky, Senior Lecturer at the Department of Automobile Transport, Construction and Road Machines, Industrial University of Tyumen, e-mail: domanskijvo@tyuiu.ru

Maria O. Zakharova, Design Engineer, JSC "Mostostroy-11", e-mail: mariya.zaxarova.1998@mail.ru

Для цитирования: Задача разработки интеллектуальной автоматизированной системы подбора персонала «умного» предприятия строительной отрасли / О. Ф. Данилов, Д. Р. Николаева, В. О. Доманский, М. О. Захарова. – DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-86-94. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 2 (100). – С. 86–94.

For citation: Danilov, O. F., Nikolaeva, D. R., Domansky, V. O., & Zakharova, M. O. (2022). The task of developing an intelligent automated recruitment system for a "smart" company in the building industry. Architecture, Construction, Transport, (2(100)), pp. 86-94. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-86-94.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

О. В. Ашихмин, А. П. Шестакова

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

DIGITALIZATION OF TECHNOLOGICAL AND DESIGN DECISION-MAKING PROCESSES IN MODERN CONSTRUCTION

Oleg V. Ashikhmin, Alena P. Shestakova

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. Результаты проведенного исследования позволяют расширить область внедрения метода «дерево решений» в процессы принятия проектных решений и рассмотрения вариантов технологического оснащения при выборе строительной техники на примере производства земляных работ на объекте строительства «Архитектурный ансамбль "Вознесенский"» в г. Тюмени («АА "Вознесенский"»).

В ходе реализации поставленной цели исследований были решены следующие задачи: рассмотрены варианты традиционного подхода к определению потребности в строительной технике; проанализированы модели и методы принятия управленческих решений; изучен метод «дерево решений», выявлены его преимущества и недостатки; успешно применен в цифровом эксперименте и рекомендован к реальному внедрению метод «дерево решений» при разработке алгоритма принятия проектных решений и выбора вариантов механизации производства земляных работ с использованием программы Deductor Academic Studio на строительстве реального объекта.

Abstract. The results of the research allow us to extend the scope of the "decision tree" method introduction into the processes of making design decisions and exploring of variants of technological equipment when choosing construction equipment for excavation works by the example of the construction object "Architectural ensemble "Voznesensky" in Tyumen.

To achieve the research purpose the following problems were solved: variants of the traditional approach to determination of building equipment requirements were considered; models and methods of management decisions were analyzed; the "decision tree" method with its advantages and disadvantages was studied; the "decision tree" method was successfully used in the digital experiment and recommended for the implementation in developing an algorithm for decision-making and choosing variants of mechanization of excavation works using Deductor Academic Studio program to build an actual object. Nowadays we've never known any cases of direct application of the "decision tree" method in project management in the Russian construction industry.

На сегодняшний день неизвестны случаи прямого применения метода «дерево решений» в управлении проектами в российской строительной отрасли. Нет опубликованных результатов исследований по его внедрению в процессы принятия проектных и производственных решений.

Ключевые слова: «дерево решений», технологические и проектные решения, управление проектами, информационные технологии, цифровизация

There are no published results of researches about its introduction in processes of making design and industrial decisions.

Key words: "decision tree", technological and design decisions, project management, information technology, digitalization

Введение

В современном мире информация стала основным продуктом и ресурсом общества практически во всех сферах деятельности, а информационные технологии – неотъемлемой частью нашего существования. В сфере индустрии программного обеспечения появилась концепция гибкой разработки. Эта методология в современных условиях цифровой реальности позволяет справляться с высокими темпами изменения окружающей среды и создавать актуальный продукт по запросам заказчика. На данный момент эта концепция переросла рамки традиционного пакетного программного обеспечения и представляет собой перспективную альтернативу привычному подходу к управлению проектами.

В традиционном представлении цель управления проектами в строительстве состоит в достижении высоких технико-экономических показателей за счет соблюдения сроков возведения объектов при рациональных затратах ресурсов. Проектный подход к управлению производственными процессами доказал свою эффективность на практике и успешно применяется ведущими мировыми компаниями. К сожалению, в РФ проектное управление пока не имеет широкого распространения, и для российских руководителей, управленцев это достаточно новый продукт. Однако даже при небольшом перечне планируемых к выполнению работ необходимо продумывать и выстраивать технологический процесс максимально эффективно ввиду обилия техники и разнообразия ее возможностей. При таком подходе важным фактором принятия решения, которое бу-

дет однозначно эффективным, является формирование и рассмотрение максимально полного множества возможных альтернативных вариантов.

Проблема принятия решений привлекает ученых и специалистов из разных сфер деятельности. Немаловажными аспектами изучения данной темы являются понимание, разработка и реализация процесса принятия эффективных и рациональных решений. Теория принятия решений как научное направление прослеживалась в работах Дж. фон Неймана. Суть ее формировалась на основе формально-логических и математических методов, но никак не на экспериментальных данных.

Чаще всего выделяют два направления в исследовании процесса принятия решений: нормативное (на основе формализованных методов, моделей) и дескриптивное (основанное на изучении психологии принятия решения). Оба подхода являются необходимыми и дополняют друг друга. Чаще всего принятие решений происходит в условиях неопределенности, что не всегда позволяет выстроить формальную модель поиска оптимального решения.

В стандартном процессе принятия эффективного решения необходимы: информация или исходные данные; профессиональные знания, позволяющие оценить ситуацию или проблему; знания формальных правил выработки решения. Первые два пункта не вызывают явных сомнений, тогда как третий требует некоторых разъяснений.

Любой процесс принятия решений подразумевает наличие:

- того, кому предстоит принять решение;
- переменных ситуаций, то есть тех данных, на воздействие которых еще можно повлиять;
- неуправляемых переменных ситуаций, воздействия которых избежать невозможно.

Управляемые и неуправляемые переменные создают некую внешнюю среду проблемы:

- определенные ограничители изменения переменных ситуаций;
- несколько вариантов результата или выбора.

Весь процесс принятия решения можно представить как последовательность определенных действий, которые в конечном итоге приведут к оптимальному решению. Процесс выработки решений подчинен некоторому перечню управленческих операций. Их можно объединить в определенные целевые комплексы. Операции выполняются в строго заданной последовательности и могут быть представлены в виде схемы (рис. 1).

Объектом исследования являются процессы организации и производства строительно-монтажных работ на объекте «АА "Вознесенский"», расположенном в квартале улиц Щербакова, Заозерной, Красноармейской и Береговой в Тюмени. Исследуемый участок производства работ находится в стесненных условиях существующей городской застройки. Организационно-технологическая схема строительства предполагает классическую очередность возведения объектов. Все этапы строительства предполагается вести поточным методом.

Предметом исследования выступают теоретические и практические аспекты применения

метода «дерево решений» как технологии выбора альтернативных проектных и технологических решений в управлении проектом на примере реального строительного объекта с использованием программы Deductor Academic Studio.

Для достижения изложенных в статье результатов был использован следующий комплекс методов исследований: теоретический (изучение литературы); частные (моделирование – создание алгоритма (дерева решений), отражающего процессы производства работ с помощью информационных технологий); общенаучные (системный анализ и обобщение результатов исследования, сравнение полученных результатов с экспертным мнением).

Обсуждение

Стремительное развитие информационных технологий повлекло за собой модернизацию методов сбора, обработки и хранения информации, что позволило формировать базы данных, которые необходимо анализировать. В результате возник спрос на методы, помогающие проводить автоматическое исследование подобных данных, когда необходимо принять несколько решений в условиях неопределенности и зависимости этих решений от определенных событий или характеристик, когда каждое решение зависит от исхода предыдущего.

Одним из методов автоматизированного анализа подобных массивов данных является метод «дерево решений». Первые работы, являющиеся основополагающими для развития деревьев решений, были опубликованы в 1966 году в книге «Experiments in Induction»¹. Первые идеи

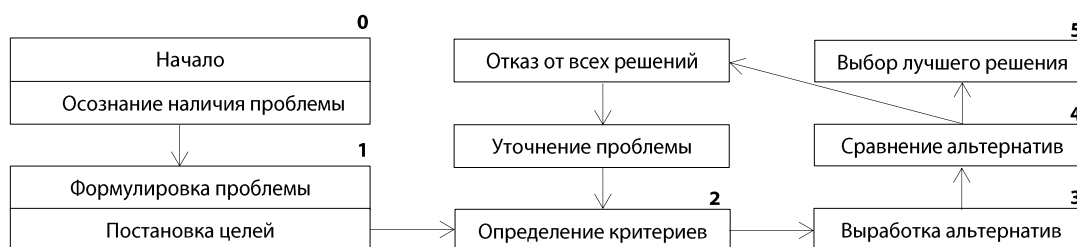


Рис. 1. Этапы стандартного процесса принятия решения

¹ Hunt, E. B. Experiments in Induction / E. B. Hunt, J. Marin, Ph. J. Stone. – Direct text. – New York : Academic Press, 1966. – 247 p.

были замечены в работах Ховленда (Hoveland) и Ханта (Hunt) конца 1950-х годов [1–5].

На этапе выбора актуальных альтернатив метод «дерево решений» является одним из наиболее популярных. По мнению авторов данной статьи, применение этого метода и его усовершенствованных модификаций, например, в строительной отрасли позволит ее участникам успешно реализовывать проекты, анализировать всевозможные методы производства строительных работ, а также оперативно предлагать эффективные решения в процессе реализации проекта.

Определенное человеческое решение может быть неосознанным и не всегда является оптимальным. Принятие правильного решения подразумевает под собой процедуру выбора из множества вариантов.

Основной характеристикой аналитики метода «дерево решений» являются сценарии, которые представляют собой иерархическое дерево узлов. Узел запускается на выполнение, открывая все родительские узлы, визуализаторы данного узла и информацию, которая содержится внутри него. Как и в классической структуре, узлы взаимодействуют друг с другом на уровне программного ядра. Каждый узел собирает в себе набор исходных данных, а в процессе обработки и на выходе доступен один или несколько наборов данных (рис. 2).



Рис. 2. Структура взаимодействия узлов

Деревья решений позволяют выполнять большое количество задач, используя при этом математические модели и машинное обучение. В итоге программный комплекс дает возможность выстраивать иерархическую структуру на основании исходных данных, которые были занесены в программу для ее обучения, создавать визуализацию эффекта и результата работы де-

рева, формировать структуру данных или знаний в интуитивно понятном виде.

Дерево решений представляет собой графическое изображение процесса или проблемы принятия решений, которое может содержать альтернативные решения и наиболее вероятные выигрыши для любых комбинаций. Дерево формируется из вершин – ключевых состояний, – которые подразумевают наличие выбора. Вершины (точки) принятия решений – это моменты времени, когда происходит выбор альтернатив. На дереве решений каждая ветвь, представляющая либо существующий вариант действий, либо возможное последствие выбранного действия, делится в определенных точках на совокупность других ветвей. Вершины между собой взаимосвязаны через ветви дерева, которые представляют собой связь точки принятия решений и различных событий (решений), в том числе случайных. Также у деревьев решений есть и вероятностная составляющая. На ветвях дерева могут располагаться вероятности наступления событий, сумма вероятностей в каждой точке принятия решений равна единице. В конце каждой ветви располагается количественное выражение каждой альтернативы. Чаще всего построение дерева происходит сверху вниз, то есть является нисходящим. Также удобно выстраивать дерево слева направо. Классический вариант представлен на рис. 3.

Дерево решений позволяет сделать выбор из имеющихся вариантов, который будет наилучшим исходом события или действия. Дерево действует на основе правил, отображающихся в виде иерархической, последовательной структуры, где каждому объекту соответствует единственный узел, приводящий к определенному решению. Правило дерева решений – это логическая конструкция с главным условием в виде «ЕСЛИ..., ТО...». Причем количество результатов ничем не ограничено, то есть дерево будет выстраиваться, пока будут альтернативные варианты.

Данный метод подходит для анализа проектов, результат которых имеет несколько вариантов развития. Важным аспектом составления дерева является наличие достоверной информа-

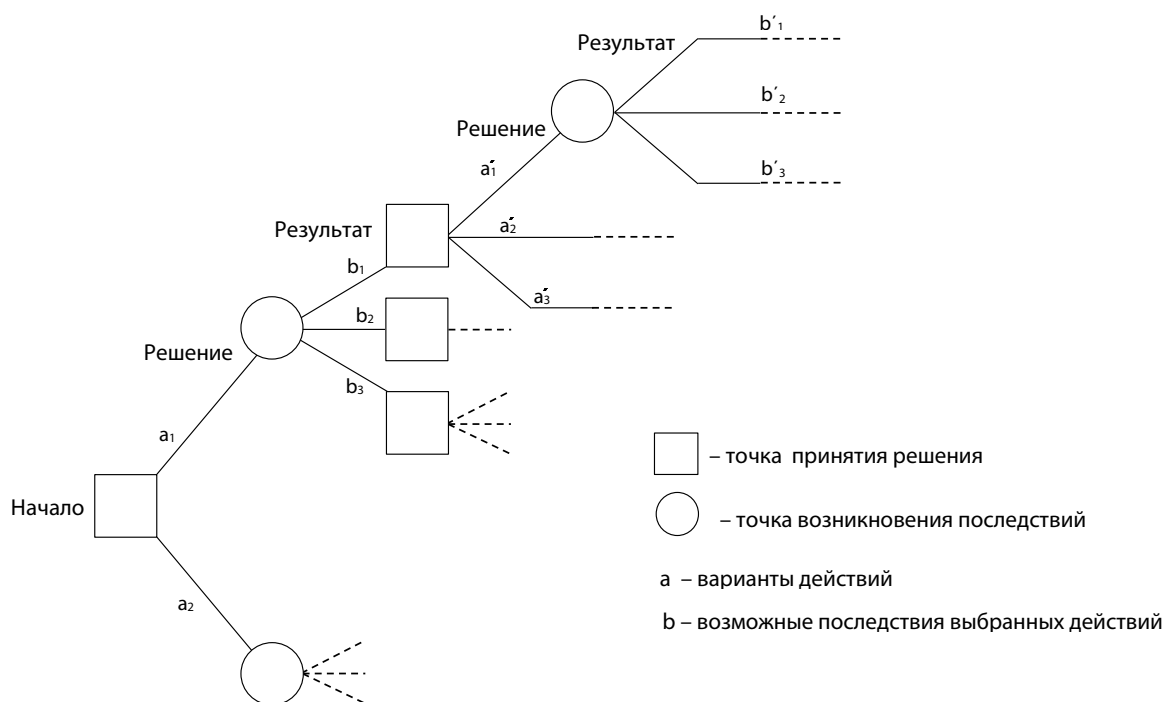


Рис. 3. Пример классической структуры дерева решений

ции с учетом вероятности и момента наступления данных событий.

В ходе исследований была проверена достоверность работы метода «дерево решений» в программном комплексе Deductor Academic Studio. Полученные результаты были сопоставлены с фактическими. Для проверки правильности выбора конечного мероприятия по определенным параметрам была отслежена значимость применяемых атрибутов и визуализированы правила выбора решений на реальном объекте строительства.

Данное программное обеспечение позиционируется как платформа продвинутой аналитики, позволяющая создавать законченные прикладные аналитические решения для бизнеса. Технологии Deductor дают возможность пройти все этапы от консолидации данных до построения визуальных моделей. Проблема большинства подобных алгоритмов в неспособности обрабатывать большое количество исходных данных, для чего часто используют встроенные языки программирования. Для работы с платформой Deductor пользователю не требуется специаль-

ная подготовка в области программирования.

Цифровой эксперимент. Выходным набором данных для исследуемого объекта был принят параметр «Специальные мероприятия при устройстве ограждающих конструкций бровки котлована». В геоморфологическом отношении участок производства работ приурочен к левобережной пойменной террасе реки Туры. По итогам предпроектных инженерно-геологических изысканий на исследуемой территории было обнаружено значительное техногенное воздействие. Естественный рельеф нарушен, почвенно-растительный слой полностью не сохранен. В связи с хозяйственной деятельностью человека нарушен естественный сток атмосферных осадков и инфильтрации. В итоге в качестве ключевых исходных данных были приняты следующие условия: УГВ выше дна котлована, температура грунта $> 0^{\circ}\text{C}$, сезонный подъем воды присутствует, приток воды – слабый, глубина котлована $< 5\text{ м}$, грунт связный, внешние факторы – новое строительство.

В результате получено дерево решений, приведенное на рис. 4.

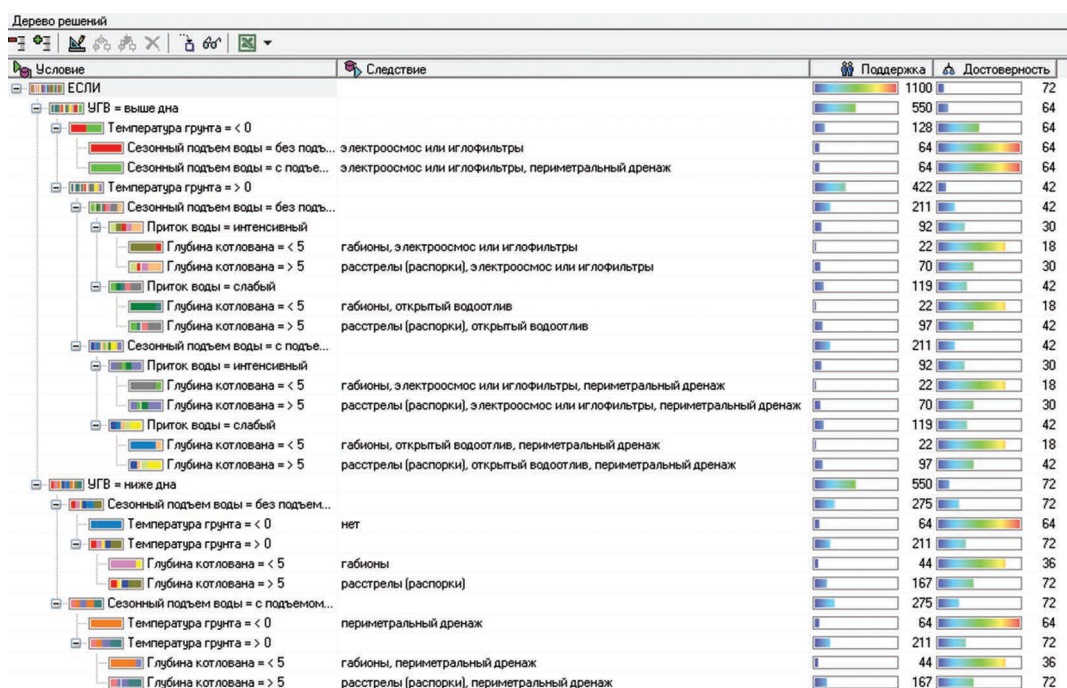
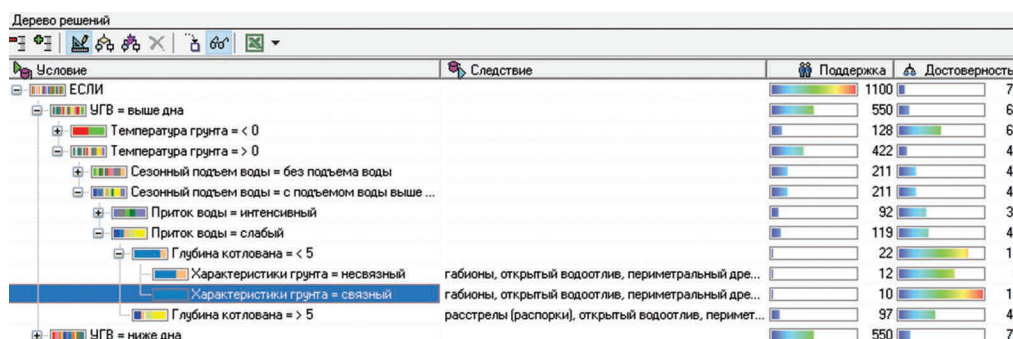


Рис. 4. Дерево решений для определения специальных мероприятий при устройстве ограждающих конструкций бровки котлована



Алгоритм, созданный в программе, предложил использовать следующие мероприятия по обеспечению устойчивости откосов: устройство габионов, устройство откосов под прямым углом и углом < 90°, химическое закрепление и цементация. Исходя из технико-экономических показателей реально выполнено устройство откосов под углом < 90°. Из всех возможных мероприятий по понижению уровня грунтовых вод программа предложила выполнить заморозку, открытый водоотлив и периметральный дренаж. Построенное дерево решений для определения перечня необходимых специальных мероприятий приведено на рис. 5.

Фактически на объекте производства работ были выполнены мероприятия по водопониже-

Узел 21: Правило 10			
Класс	№	%	
анкерная крепь	0	0,00	
анкерная крепь, открытый водоотлив	0	0,00	
анкерная крепь, открытый водоотлив, периметральный дренаж	0	0,00	
анкерная крепь, периметральный дренаж	0	0,00	
анкерная крепь, электроосмос или иглофильтры	0	0,00	
анкерная крепь, электроосмос или иглофильтры, периметральный...	0	0,00	
габионы	0	0,00	
габионы, открытый водоотлив	0	0,00	
габионы, открытый водоотлив, периметральный дренаж	10	100,00	
габионы, периметральный дренаж	0	0,00	
габионы, электроосмос или иглофильтры	0	0,00	
габионы, электроосмос или иглофильтры, периметральный дренаж	0	0,00	
георешетки	0	0,00	
георешетки, открытый водоотлив	0	0,00	
георешетки, открытый водоотлив, периметральный дренаж	0	0,00	
георешетки, периметральный дренаж	0	0,00	
георешетки, электроосмос или иглофильтры	0	0,00	
георешетки, электроосмос или иглофильтры, периметральный дре...	0	0,00	
нагели	0	0,00	
нагели, открытый водоотлив	0	0,00	
нагели, открытый водоотлив, периметральный дренаж	0	0,00	
нагели, периметральный дренаж	0	0,00	
нагели, электроосмос или иглофильтры	0	0,00	

ЕСЛИ
 УГВ = выше дна И
 Температура грунта = > 0 И
 Сезонный подъем воды = с подъемом воды выше отметки пола И
 Приток воды = слабый И
 Глубина котлована = < 5 И
 Характеристики грунта = связный
 ТОГДА
 Специальные мероприятия = габионы, открытый водоотлив, периметральный дренаж

Рис. 5. Дерево решений для определения специальных мероприятий

нию: открытый водоотлив и периметральный дренаж. Устройство устойчивых откосов под углом заложения $< 90^\circ$. Устройство габионов теоретически было возможно, но мероприятие не производили исходя из предпочтений заказчика. Данные мероприятия в предлагаемых вариантах проектных решений наглядно можно проследить и в дереве решений. В итоге проведенного цифрового эксперимента из трех предложенных программой вариантов два были реализованы на практике в реальных условиях. Основные результаты опубликованы в трудах [7–10].

Выводы

На основе экспертного метода оценки принятых решений нами был получен традиционный набор специальных мероприятий и строительной техники для производства земляных работ на объекте «АА "Вознесенский"». Используемый программный комплекс Deductor Academic Studio позволил получить машинную визуализацию принятия решения на основе заданных исходных данных. В результате разработан алгоритм принятия проектных решений для производства земляных работ, а именно – создано дерево решений с перечнем мероприятий по устройству ограждающих конструкций бровки котлована.

Было выявлено, что использование баз данных, сформированных на основе ранее разработанных и реализованных проектов, экспертных оценок и предыдущего опыта, перенесенных в эффективную модель машинного обучения, позволяет получать максимально рациональные проектные решения и технологические варианты. Использование данного метода и программного обеспечения можно развивать для применения на всех этапах проектной деятельности в строительстве.

Образная модель процесса возведения исследуемого объекта на этапе производства земляных работ, изображаемая в виде дерева решений, является интуитивно понятной и существенно упрощает понимание решаемой задачи. В каждом узле наглядно видно, какое решение принимает модель, откуда исходят ошибки или неточности

и какие данные будут влиять на исход принятия конечного варианта решения.

Созданный алгоритм дерева решений не требует от пользователя выбора входных данных, достаточно задать все существующие, и алгоритм сам выберет из них наиболее значимые. Полученные результаты работы алгоритмов легко интерпретируются пользователем.

Метод характеризуется высокой самообучаемостью и точностью прогноза на уровне статистики. Было выявлено, что заложенные в методику алгоритмы конструирования деревьев решений имеют возможность специальной обработки пропущенных значений. Деревья решений одинаково эффективно работают и с числовыми, и с категориальными типами данных. Деревья решений, в отличие от многих методов, строят непараметрические модели и способны обрабатывать категориальные значения. Таким образом, они могут справляться с такими задачами Data Mining, в которых отсутствует априорная информация о виде зависимости между исследуемыми данными [2, 4].

Однако полученный опыт работы с алгоритмом используемой программы и сформированной базой данных позволяет сделать выводы, что в связи с возможностью обучения деревьев решений подвержены переобучению. Необходимо более тщательно следить за признаками и размерностями, которые с максимальным весом влияют на построение траекторий принятия решений. Также деревья подвержены к смещению классов, а это значит, что программа может иногда смещать процесс правильного принятия решения в пользу маловероятного или неверного выбора. Решением данной проблемы видится периодическое проведение балансировки классов данных, их веса и определения функций класса.

Тем не менее, можно сделать вывод, что метод «дерево решений» может успешно применяться на всех стадиях жизненного цикла проекта. Данная разработка позволит всем участникам строительства увеличить скорость принятия проектных, оперативных решений и рационально использовать технологические ресурсы в реальных проектах.

По результатам исследования мы получили визуализированный результат работы алгоритма принятия проектных решений для устройства ограждающих конструкций бровки котлована при строительстве объекта «АА "Вознесенский"». Используемые принципы и алгоритмы принятия проектных решений можно применять при производстве других видов работ на протяжении

всех этапов строительства объектов и управления строительными проектами. Данный цифровой эксперимент [9] показал, что для получения быстрого и достоверного варианта решения достаточно иметь исходную (опытную) базу данных (в нашем случае – таблицу) и апробированное программное средство составления дерева решений, например, Deductor Studio Academic.

Библиографический список

1. Шитков, В. К. Классификация наблюдений с использованием иерархических деревьев решений / В. К. Шитков, Г. С. Розенберг, Т. Д. Зинченко. – Текст : электронный // Количественная гидроэкология : методы системной идентификации / В. К. Шитков, Г. С. Розенберг, Т. Д. Зинченко. – Тольятти : ИЭББ РАН, 2003. – 463 с. – URL: <http://www.ievbran.ru/kiril/Library/Book1/content391/content391.htm>.
2. Дюк, В. А. Data mining – интеллектуальный анализ данных / В. А. Дюк. – Текст : электронный // InfTech : [сайт]. – URL: <http://inftech.webservis.ru/it/database/datamining/ar2.html>.
3. Parsaye, K. A. Characterization of Data Mining Technologies and Processes / K. A. Parsaye. – Direct text // The Journal of Data Warehousing. – № 1. – 1998. – P. 56.
4. Елманова, Н. Введение в Data Mining / Н. Елманова. – Текст : электронный // КомпьютерПресс : [сайт]. – URL: <https://compress.ru/article.aspx?id=11616>.
5. Деревья решений. Методы классификации и прогнозирования // ИНТУИТ : национальный открытый университет : [сайт]. – URL: <http://www.intuit.ru/department/database/datamining/9/>.
6. Федоров, Д. А. Преимущества внедрения информационных технологий в организацию и производство строительно-монтажных работ / Д. А. Федоров. – Текст : непосредственный // Инновационные процессы в науке и технике XXI века : материалы XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых, педагогических работников и специалистов-практиков, Нижневартовск, 24 апреля 2020 года. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2021. – С. 312–316.
7. Федоров, Д. А. Возможности применения информационных технологий в строительном производстве / Д. А. Федоров, О. В. Ашихмин. – Текст : непосредственный // Научно-практические исследования. – 2020. – № 5–7 (28). – С. 63–65.
8. Федоров, Д. А. Принципы моделирования строительных процессов с использованием информационных технологий на примере программного продукта ELMA на базе BPMN / Д. А. Федоров, О. В. Ашихмин. – Текст : непосредственный // Научно-практические исследования. – 2020. – № 12–2 (35). – С. 82–85.
9. Федоров, Д. А. Результаты численного эксперимента по созданию алгоритма принятия проектных решений в строительной практике / Д. А. Федоров, О. В. Ашихмин. – Текст : непосредственный // Инженерный вестник Дона. – 2021. – № 7 (79). – С. 454–464.
10. Ростовщикова, Д. Э. Современные методы управления проектом на примере методологии Agile Scrum / Д. Э. Ростовщикова // Современная наука и молодые ученые : сборник статей II Международной научно-практической конференции. В 2 ч. Ч. 1. Пенза, 10 мая 2020 года / ответственный редактор Гуляев Герман Юрьевич. – Пенза: Наука и Просвещение, 2020. – С. 53–55.

References

1. Shitkov, V. K., Rozenberg, G. S., & Zinchenko, T. D. (2003). Klassifikatsiya nablyudeniy s ispol'zovaniem ierarkhicheskikh derev'ev resheniy. Kolichestvennaya gidroekologiya : metody sistemnoy identifikatsii.

-
- Tolyatti, IEVB RAN Publ., 463 p. (In Russian). Available at: <http://www.ievbran.ru/kiril/Library/Book1/content391/content391.htm>.
2. Dyuk, V. A. Data mining – intellektual'nyy analiz dannykh. InfTech. (In Russian). Available at: <http://inftech.webservis.ru/it/database/datamining/ar2.html>.
 3. Parsaye, K. A. (1998). Characterization of Data Mining Technologies and Processes. The Journal of Data Warehousing, (1), p. 56. (In English).
 4. Elmanova, N. (2003). Vvedenie v Data Mining. Komp'yuterPress. (In Russian). Available at: <https://compress.ru/article.aspx?id=11616>.
 5. Derev'ya resheniy. Metody klassifikatsii i prognozirovaniya. INTUIT. (In Russian). Available at: <http://www.intuit.ru/department/database/datamining/9/>.
 6. Fedorov, D. A. (2020). Advantages of implementing information technologies in the organization and production of construction and installation works. Innovatsionnye protsessy v nauke i tekhnike XXI veka: materialy XVIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov, uchennykh, pedagogicheskikh rabotnikov i spetsialistov-praktikov, Nizhnevartovsk, April, 24. Tyumen, Industrial University of Tyumen Publ., pp. 312-316. (In Russian).
 7. Fedorov, D. A., & Ashihmin, O. V. (2020). Vozmozhnosti primeneniya informatsionnykh tekhnologiy v stroitel'nom proizvodstve. Nauchno-prakticheskie issledovaniya, (5-7(28)), pp. 63-65. (In Russian).
 8. Fedorov, D. A. & Ashihmin O.V. (2020). Printsipy modelirovaniya stroitel'nykh protsessov s ispol'zovaniem informatsionnykh tekhnologiy na primere programmnoy produkta ELMA na baze BPMN. Nauchno-prakticheskie issledovaniya, (12-2(35)), pp. 82-85. (In Russian).
 9. Fedorov, D. A. & Ashikhmin, O. V. (2021). Rezul'taty chislennogo eksperimenta po sozdaniyu algoritma prinyatiya proyektnykh resheniy v stroitel'noy praktike. Engineering journal of Don, (7(79)), pp. 454-464. (In Russian).
 10. Rostovshchikova, D. E. (2020). Modern methods of project management on the example of Agile Scrum methodology. Sovremennaya nauka i molodye uchenye sbornik statey II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii v 2 chastyakh. Chast' 1. May, 10. Penza, Nauka i Prosveshchenie Publ., pp. 53-55. (In Russian).

Сведения об авторах

Ашихмин Олег Викторович, к. т. н., доцент, заведующий кафедрой строительного производства, Тюменский индустриальный университет, e-mail: ashihminov@tyuiu.ru

Шестакова Алена Петровна, к. э. н., доцент кафедры строительного производства, Тюменский индустриальный университет

Information about the authors

Oleg V. Ashikhmin, Candidate of Engineering, Associate Professor, Head at the Department of Building Production, Industrial University of Tyumen, e-mail: ashihminov@tyuiu.ru

Alena P. Shestakova, Candidate of Economics, Associate Professor at the Department of Building Production, Industrial University of Tyumen

Для цитирования: Ашихмин, О. В. Цифровизация процессов принятия технологических и проектных решений в современном строительстве / О. В. Ашихмин, А. П. Шестакова. – DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-95-103. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 2 (100). – С. 95–103.

For citation: Ashikhmin, O. V., & Shestakova, A. P. (2022). Digitalization of technological and design decision-making processes in modern construction. Architecture, Construction, Transport, (2(100)), pp. 95-103. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-95-103.

ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ РУКОПИСИ

1. К предоставляемой рукописи должны быть приложены следующие документы:

- сопроводительное письмо автора на имя главного редактора журнала, подтверждающее, что статья нигде ранее не была опубликована;
- экспертное заключение организации, откуда исходит рукопись, о возможности открытого опубликования.

В случае принятия положительного решения о публикации рукописи в журнале автор должен предоставить в редакцию подписанный вариант рукописи (или ее скан).

2. Все поступающие в редакцию журнала рукописи статьи проходят проверку на наличие заимствований. Статьи, содержащие менее 75 % оригинального текста, в журнале не публикуются (проверка уникальности текста осуществляется без учета метаданных и библиографического списка).

3. Рукописи, соответствующие тематике журнала, проходят процедуру двойного слепого рецензирования с целью их экспертной оценки. Рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов. Рецензии хранятся в редакции в течение 5 лет.

4. Технические требования к тексту.

Формат файлов для текста – Microsoft Word (*.docx). Название файла должно включать фамилию и инициалы автора статьи (например: Иванов_ИИ.docx). Статьи, содержащие формулы, помимо word-файла необходимо продублировать pdf-файлом во избежание искажения формул, которые следует набирать в MathType 4.0 Equation.

Объем статьи – не менее 5 и не более 15 страниц (не включая библиографический список). Размер шрифта 12 пт (Times New Roman), межстрочный интервал одинарный, абзац 0,5 см. Поля страниц: верхнее 20 мм, нижнее 20 мм, левое 20 мм, правое 20 мм.

Все графические объекты должны быть предоставлены отдельными файлами: один рисунок – один файл графического формата. Растровые рисунки (фото) предоставляются в формате JPG с разрешением не менее 300 dpi. Каждый рисунок должен быть помещен в текст и сопровождаться нумерованной подрисуночной подписью. Ссылки на рисунки в тексте обязательны.

Таблицы следует помещать в текст статьи, они должны иметь нумерацию, заголовок и четко обозначенные графы, удобные и понятные для чтения. Ссылки на таблицы в тексте обязательны.

Объем иллюстративных материалов (таблиц и графических материалов) не должен превышать 1/3 общего объема рукописи.

Библиографический список (не менее 10 источников) должен содержать ссылки на актуальные научные работы отечественных и зарубежных специалистов. Объем самоцитирования – не более 30 % от общего числа ссылок.

Нумерация использованных источников в списке дается в порядке последовательности ссылок. На все источники должны быть ссылки в тексте статьи в квадратных скобках. В списке не должно быть «неавторизованных» источников (СП, СНиПов, ГОСТов и т. п.) – на них ссылки даются непосредственно в тексте статьи.

Библиографический список на русском языке должен быть оформлен согласно ГОСТ Р 7.0.100–2018.

5. Рукопись статьи должна включать:

- индекс УДК;
- название статьи на русском языке;
- инициалы и фамилию автора на русском языке (если авторов несколько, они работают в разных организациях, то после фамилии ставится верхний индекс (1, 2 и т.д.), соответствующий органи-

зации, откуда исходит рукопись, указанной ниже под тем же номером, следом необходимо указать город и страну. Если автор один или все авторы работают в одной организации, то индексы не ставятся);

- аннотация на русском языке (общий объем аннотации – не более 500 знаков);
- ключевые слова на русском языке (до 10 слов и (или) словосочетаний);

Пункты 2–5 необходимо продублировать ниже на английском языке

- основной текст статьи на языке оригинала;
- библиографический список на русском языке;
- сведения об авторах (Information about the authors): полные Ф.И.О., должность, ученая степень, звание, место работы, телефон, e-mail – на русском и английском языках.

6. Структура основного текста статьи должна включать следующие рубрики, согласно стандарту IMRAD: введение, объект и методы исследования, экспериментальная часть/постановка эксперимента, результаты, обсуждение, выводы, приложения.

- **Введение.** Включает актуальность исследования, обзор литературы по теме исследования, постановку проблемы, формулирование цели и задач исследования.
- **Объект и методы исследования.** Данный раздел включает детальное описание методов и схемы экспериментов/наблюдений, позволяющих воспроизвести их результаты, пользуясь только текстом статьи; материалы, приборы, оборудование и другие условия проведения экспериментов/наблюдений.
- **Экспериментальная часть/постановка эксперимента.** Необязательный раздел. Может включать подробную информацию о стадиях реализации эксперимента, включающую графические материалы для наиболее полного раскрытия методики и условий проведения опытов.
- **Результаты.** Результаты рекомендуется представлять преимущественно в виде таблиц, графиков и иных наглядных формах. Этот раздел включает анализ полученных результатов, их интерпретацию, сравнение с результатами других авторов.
- **Обсуждение.** Содержит интерпретацию полученных результатов исследования; ограничения исследования и обобщения его результатов; предложения по практическому применению; предложения по направлению будущих исследований.
- **Выводы.** Подводятся итоги научного исследования. Заключение содержит выводы, кратко формулирующие основные научные результаты статьи. Выводы должны логически соответствовать поставленным в начале статьи задачам, содержать краткие итоги разделов статьи без повторения формулировок, приведенных в них.
- **Приложения.** Необязательный раздел. Может включать информацию о грантовой поддержке, при которой было реализовано исследование, а также содержать благодарности в адрес других ученых и/или предприятий, оказавших содействие в реализации исследования.

7. Рукопись, допущенная к публикации, проходит принятый редакцией процесс допечатной подготовки, включающий редактирование, корректуру, верстку.

8. Исправленные статьи авторам не предоставляются. Рукописи, не удовлетворяющие перечисленным требованиям, к рассмотрению не принимаются и авторам не возвращаются.

9. Плата за опубликование рукописей **не взимается.**

Перепечатка материалов или их фрагментов возможна только с письменного разрешения редакции. Ссылка на научно-информационный журнал «Архитектура, строительство, транспорт» **обязательна!**

MANUSCRIPT PREPARATION GUIDELINES

1. The following documents must be attached to the submitted manuscript:
 - a cover letter from the author addressed to the editor-in-chief of the journal, confirming that the article has not been published anywhere else;
 - expert evaluation of the organization where the manuscript comes from on the possibility of open publication.

If a positive decision is made to publish the manuscript in the journal, the author must submit to the editor a signed version of the manuscript (or its scan).

2. All manuscripts submitted to the journal are checked for plagiarism. Articles containing less than 75% of the original text are not accepted for publication in the journal (verification of the uniqueness of the text is carried out without taking into account metadata and bibliographic list).

3. Manuscripts corresponding to the subject matter of the journal undergo a double-blind peer review procedure for the purpose of their expert evaluation. The reviewers are recognized experts in the subject matter of the reviewed material. The reviews are kept in the editorial office for 5 years.

4. Article format requirements

The file format for the text is Microsoft Word (*.docx). The file name must include the surname and initials of the author of the article (for example Ivanov_AA.doc). Articles containing formulas, in addition to the word file, must be duplicated with a pdf file in order to avoid distorting the formulas that should be typed in MathType 4.0 Equation.

The article should be no less than 5 and no more than 15 pages (not including the reference list). Use 12 pt Times New Roman, single line spacing, paragraph 0.5 cm. Page margins: top 20 mm, bottom 20 mm, left 20 mm, right 20 mm.

All graphic objects must be submitted in separate files: one figure – one graphic format file. Raster images (photos) are submitted in JPG format with a resolution of at least 300 dpi. Each figure should be placed in the text and accompanied by a numbered figure caption. References to figures in the text are required.

Tables should be placed in the text of the article, they should have a numbering, heading and clearly marked columns, convenient and easy to read. References to tables in the text are required.

The volume of illustrative materials (tables and graphic materials) should not exceed 1/3 of the total volume of the manuscript.

The list of references (at least 10 sources) should contain links to current scientific works of national and foreign specialists. Self-citations should not exceed 30 % of the total number of links.

The numbering of the sources used in the list is given in the order of the sequence of references. All sources should be referenced in the text of the article in square brackets. The list should not contain "unauthorized" sources (SP, SNIps, GOSTs, etc.) – links to them are given directly in the text of the article.

The list of references in Russian must be drawn up in accordance with GOST R 7.0.100–2018 (in English – with APA 6th Edition).

5. The manuscript of the article should include:

- UDC index;
- title of the article;
- initials and surname of the author (if there are several authors, and they work in different organizations, then a superscript (1, 2, etc.) is put after the surname, corresponding to the organization which the

manuscript comes from, indicated below under the same number, followed by the city and country. If there is one author or all authors work in one organization, then the superscripts are not used);

- abstract (no more than 500 characters);
- key words (up to 10 words and (or) phrases);
- main text of the article in the original language;
- references;
- information about the authors: full name, position, academic degree, title, place of work, telephone, e-mail.

6. The structure of the main body of the article should include the following sections, according to the IMRAD structure: introduction, object and methods of research, experimental part/experiment, results, discussion, conclusions, applications.

- **Introduction.** It includes the relevance of the research, literature review on the research topic, problem statement, formulation of the goal and objectives of the research.
- **Object and methods** of research. This section includes a detailed description of the methods and schemes of experiments/observations that make it possible to reproduce their results using only the text of the article, as well as materials, devices, equipment, and other conditions for conducting experiments/observations.
- **Experimental part/experiment.** It is an optional section. It may include detailed information about the stages of the experiment, including graphic materials for the most complete disclosure of the methodology and conditions of the experiment.
- **Results.** It is recommended to present the results mainly in the form of tables, graphs, and other visual forms. This section includes the analysis of the results obtained, their interpretation, comparison with the results of other authors.
- **Discussion.** It contains the interpretation of the obtained research results, limitations of research and generalization of its results, suggestions for practical application, suggestions for future research.
- **Conclusions.** Here the results of the research are summed up. Conclusions summarize the main scientific results of the article. Conclusions should logically correspond to the objectives set at the beginning of the article, contain brief summaries of the sections of the article without repeating the formulations given in them.
- **Applications.** It is an optional section. It may include information about grant support under which the research was carried out, and also gratitude to other scientists and/or enterprises who contributed to the implementation of the research.

7. The manuscript, admitted for publication, goes through the prepress process adopted by the editors, including editing, proofreading, and layout.

8. Corrected articles will not be provided to authors. Manuscripts that do not meet the listed requirements will not be accepted for consideration and will not be returned to authors.

9. There is no fee for the publication of manuscripts.

Reprinting of materials or their fragments is possible only with the written permission of the publisher.

A link to the scientific and reference journal "Архитектура, строител'ство, транспорт" ["Architecture, Construction, Transport"] **is required!**

АСТ

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ

Уважаемые авторы и читатели!

Вы можете оформить подписку на журнал
«Архитектура, строительство, транспорт»
любым удобным для Вас способом:

- через электронный каталог «Пресса России» на сайте **www.pressa-rf.ru**
- через интернет-магазин «Пресса по подписке» на сайте **www.akc.ru**



Адрес редакции:
625001, г. Тюмень,
ул. Луначарского, 2,
каб. 117
Тел.: (3452) 28-37-50
e-mail: ast@tyuiu.ru

Подписной индекс
журнала 79619

Подписной индекс журнала "Архитектура, строительство, транспорт"
в объединенном каталоге «Пресса России» 79619 (www.pressa-rf.ru)

