

АСТ

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

АРХИТЕКТУРА СТРОИТЕЛЬСТВО ТРАНСПОРТ

ARCHITECTURE • CONSTRUCTION • TRANSPORT



№ 3 (101)
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" ("Arkhitektura, 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)

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

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

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

Султанова Дилшода Намазовна, доктор архитектуры, профессор, Самаркандский архитектурно-строительный институт, Самарканд (Республика Узбекистан)

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

Ци Чэнжи, 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 кафедры строительных конструкций, Тюменский индустриальный университет

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
Вахрушева Наталья Викторовна – 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: 12.10.2022
Цена свободная

Отпечатано в ООО «Типография ВиК»
625056, 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. Borodinets, 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)

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. Mamyán, 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

Gunasekaran Murali, PhD, SASTRA Deemed to be University, Thanjavur (India)

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

Dilshoda N. Sultanova, D. Sc. in Architecture, Professor, Samarkand State Architectural and Civil Engineering Institute, Samarkand (Republic of Uzbekistan)

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. Chekardovskiy, 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 at the Department of Building Constructions, Industrial University of Tyumen

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
Natalia V. Vakhrusheva – editor
Svetlana A. Nikolyuk – 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

А. Е. Радивилова, Д. М. Астанин

Градостроительная экореконструкция района Нижний посад, г. Вологда.

Структурно-функциональный подход 6

М. А. Пахомова, А. Б. Храмцов

Малоэтажное строительство в России и за рубежом: обзор практик 20

Строительство

Н. С. Быстров, И. Г. Овчинников

О расчетах зданий и сооружений на устойчивость к прогрессирующему обрушению 32

Т. Г. Бабич, А. А. Тестешев

Разработка корреляционных зависимостей транспортного спроса

от плотности населения на улицах с нерегулярным движением..... 39

С. А. Филимонов, К. Ю. Литвинцев, А. А. Дектерев,

А. В. Минаков, В. Д. Мешкова, Р. А. Шарафутдинов, Ю. Н. Захаринский

Применение методов компьютерного моделирования

при проектировании снегозащитных систем 46

Транспорт

Д. А. Захаров, П. В. Евтин

Изменение параметров городской транспортной системы при введении

платы с владельцев автомобилей за пользование улично-дорожной сетью 56

В. В. Конев, Н. Н. Карнаухов, Ш. М. Мерданов, Е. В. Половников

Электрический привод строительно-дорожных машин 65

Вектор науки

М. А. Гвоздицкий, Ю. В. Огороднова, Д. С. Лейтес

Принципы построения среды общих данных информационной модели

строительного объекта в облачном сервисе 74

Информация для авторов

Правила подготовки рукописи (на русском языке) 82

Правила подготовки рукописи (на английском языке) 84

Люди, события, факты

Контроль в разумных пределах

(интервью с Е. В. Фоминым, начальником управления

госстройнадзора по Тюменской области)..... 86

Победители XXI конкурса

«На лучшее достижение в строительной отрасли Тюменской области за 2021 год»..... 90

Contents

Architecture

A. E. Radivilova, D. M. Astanin

Urban eco-reconstruction of the Nizhny posad district in Vologda.

Structural and functional approach 6

M. A. Pakhomova, A. B. Khramtsov

Low-rise construction in Russia and abroad: a review of practices 20

Construction

N. S. Bystrov, I. G. Ovchinnikov

About calculations of buildings and structures for resistance to progressive collapse 32

T. G. Babich, A. A. Testeshev

Detection of correlational dependencies between traffic demand

and population density on streets with irregular traffic 39

S. A. Filimonov, K. Yu. Litvintsev, A. A. Dekterev,

A. V. Minakov, V. D. Meshkova,

R. A. Sharafutdinov, Yu. N. Zaharinskiy

Application of computer modeling methods in the design of snow protection systems 46

Transport

D. A. Zakharov, P. V. Evtin

Changing the parameters of the urban transport system with the introduction

of a fee from car owners for the use of the road network..... 56

V. V. Konev, N. N. Karnaukhov, Sh. M. Merdanov, E. V. Polovnikov

Electric drive of road construction machines..... 65

Vector of Science

M. A. Gvozditsky, Yu. V. Ogorodnova, D. S. Leytes

Principles of creation a Common Data Environment of an information

model of building object in a cloud service 74

Instructions for Authors

Manuscript preparation guidelines (In Russian) 82

Manuscript preparation guidelines (In English) 84

People, Events, Facts

Reasonable supervision

(interview with E. V. Fomin, Head of the Department

of State Construction Supervision in the Tyumen region)..... 86

Winners of the XXI contest

"For the best achievement in the construction industry of the Tyumen region in 2021" 90

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНАЯ ЭКОРЕКОНСТРУКЦИЯ РАЙОНА НИЖНИЙ ПОСАД, Г. ВОЛОГДА. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД

А. Е. Радивилова¹, Д. М. Астанин^{1,2}

¹ Вологодский государственный университет, Вологда, Россия

² Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, Москва, Россия

URBAN ECO-RECONSTRUCTION OF THE NIZHNY POSAD DISTRICT IN VOLOGDA. STRUCTURAL AND FUNCTIONAL APPROACH

Alexandra E. Radivilova¹, Dmitry M. Astanin^{1,2}

¹ Vologda State University, Vologda, Russia

² Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

Аннотация. В последние десятилетия актуальной темой градостроительной деятельности является реконструкция сложившейся городской застройки, улучшение качества существующей среды для повышения ряда социальных, градостроительных и экономических показателей. Внимание к данной теме обусловлено низким качеством городской среды, потенциальной аварийностью жилья, высокими эксплуатационными затратами на его содержание, накопленным недоремонтом.

Ключевые слова: структурно-функциональный подход, градостроительный каркас, градостроительная ткань, экологический каркас, транспортный каркас, туристско-рекреационный каркас, экономический каркас, интегральный градостроительный каркас, ареальная реконструкция, узловая реконструкция, линейная реконструкция, точечная реконструкция

Abstract. In recent decades, the hot topic of urban planning is the reconstruction of existing development, increasing the quality of the environment to improve a number of social, urban planning and economic indicators. Attention to this topic is due to the poor quality of the urban environment, the potential accidentence of housing, high maintenance costs, and accumulated incomplete repair.

Key words: structural and functional approach, city planning frame, city planning fabric, ecological frame, transport frame, tourist and recreational frame, economic frame, integral city planning frame, areal reconstruction, nodal reconstruction, lineal reconstruction, point reconstruction

Для цитирования: Радивилова, А. Е. Градостроительная экореконструкция района Нижний посад, г. Вологда. Структурно-функциональный подход / А. Е. Радивилова, Д. М. Астанин. – DOI 10.31660/2782-232X-2022-3-6-18. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 3 (101). – С. 6–18.

For citation: Radivilova, A. E., & Astanin, D. M. (2022). Urban eco-reconstruction of the Nizhny posad district in Vologda. Structural and functional approach. Architecture, Construction, Transport, (3(101)), pp. 6-18. (In Russian). DOI 10.31660/2782-232X-2022-3-6-18.

Введение

В настоящее время центры многих российских городов нуждаются в масштабной реконструкции, так как в связи с отсутствием организованной градостроительной политики в последние годы стремительно утрачивались существующие уникальные характеристики регулярной квартальной застройки, которые определяли высокое качество городской среды. Программа реконструкции должна предусматривать сохранение существующей застройки с учетом действующих норм, отвечать запросам граждан на высокое качество среды и соответствовать современным европейским стандартам градостроительства. Основная цель исследования – формирование программы реконструкции путем выявления недообеспеченных территорий и предложения четырех видов реконструкции: ареальной, узловой, точечной и линейной.

Объект и методы исследования

Объект исследования – центральная часть г. Вологды, включающая в себя общественно-деловые, селитебные объекты, памятники архитектуры, транспортную инфраструктуру. Предмет исследования – совокупность необходимых мероприятий градостроительной реконструкции, способствующих повышению качества градостроительной среды.

Результаты

Мероприятия градостроительной реконструкции авторы предлагают разделить на три этапа:

1. Структурно-функциональный подход.

Основой структурно-функционального подхода является выделение важных (линии, узлы,

точки, ареалы – градостроительный каркас) и второстепенных (градостроительная ткань) участков территории. Благодаря данному подходу возможно составить комплексную программу развития градостроительной территории любого уровня и масштаба. Зонирование городских территорий по степени устойчивости и качественная их оценка дают реальную возможность избежать неоправданной реорганизации тех или иных частей города, а также определить степень градостроительного вмешательства в каждой конкретной зоне устойчивости [1–3].

2. Экологическая градореконструкция.

Тематика экореконструкции поднималась во множестве градостроительных исследований [4–9]. Современные города страдают от нехватки озеленения, объектов благоустройства и отдыха, от высокого шумового фона магистралей. Решить системную проблему возможно благодаря ориентированию на международные экологические стандарты в связи с тем, что в нормативных документах РФ им уделяется недостаточно внимания.

3. Техническая реконструкция.

Существующая пятиэтажная застройка, подлежащая реконструкции без сноса (таблица 1), формирует аэрационный режим. Увеличение этажности реконструируемой пятиэтажной застройки потребует рассмотрения аэрационного режима на макроуровне [5].

Территория моделирования и реконструкции находится в историческом центре г. Вологды – Нижнем посаде, граничащем на западе с рекой Золотухой, на севере – с рекой Вологодой, на востоке – с улицей Левичева, на юге – с железнодорожной линией Вологда – Москва. Сам город расположен в северо-европейской части России.

Таблица 1

Объем ветхого и аварийного жилищного фонда в РФ

Наименование показателя	2000	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Жилищный фонд, млн м ²	2 787	3 002	3 058	3 116	3 177	3 229	3 288	3 349	3 413
Объем ввода в действие жилых домов, млн м ²	30,3	50,6	61,2	64,1	59,9	58,4	62,3	65,7	70,5
Ветхий и аварийный жилищный фонд, всего во всем жилищном фонде, %	10,8	16,8	20,0	20,5	18,8	18,0	18,9	19,6	20,6
Ветхий жилищный фонд, %	2,0	2,6	2,7	2,7	2,5	2,4	2,4	2,3	2,2

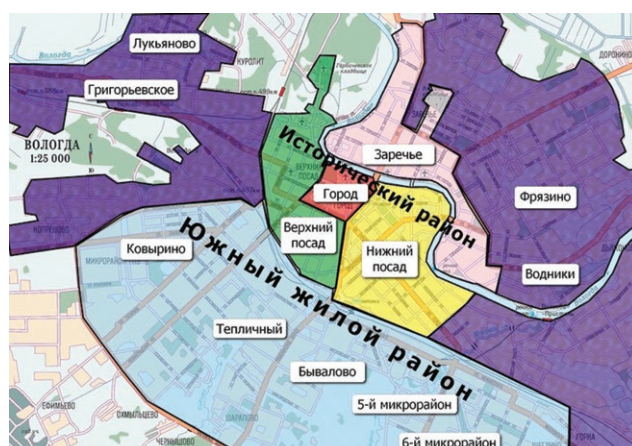


Рис. 1. Город Вологда. Ситуационная карта-схема

Город Вологда разделен на семь районов (рис. 1). Район Нижний посад является частью исторического района Вологды и территориально граничит с районами Заречье, Город, Верхний посад и Южным жилым районом.

Моделирование каркасных структур. В отношении планировочной структуры города идеи каркаса формировались в рамках многих исследований. В географии идеи каркаса восходят к ставшему крылатым выражению Н. Н. Баранского: «города плюс транспортная сеть – это экономический каркас территории». Г. М. Лаппо рассматривает опорный каркас применительно к территориальной структуре экономики, планирования и расселения, показывает его выдающуюся роль и значение в конкретных условиях. Еще более схематические попытки, вплоть до глобального масштаба, были предприняты К. Доксиадисом (Греция). Серьезная работа по данной проблеме

велась с 1971 г. под общим руководством профессора В. А. Лаврова (ЦНИИП градостроительства) [10]. А. Э. Гутнов (НИИПИ генплана г. Москвы) в своей докторской диссертации (1979 г.) [3] обосновал идеи структурно-функционального каркаса градостроительной системы на примере г. Москвы.

Моделирование экологического каркаса. В экологическом каркасе выделено четыре ранга ареальных элементов (в зависимости от их площади и посещаемости). Показатель озеленения территории – 21,8 %. В результате проведенной балльной оценки (за самый посещаемый и масштабный объект присваивалось 4 балла и далее – по нисходящей) выявлено четыре локальных участка высоко-



Рис. 2. Экологический каркас района Нижний посад, г. Вологда

кой плотности экологических объектов (суммарные баллы: 14, 10, 10 и 4), которые могут послужить новыми узлами притяжения горожан (рис. 2).

Моделирование транспортного каркаса. В транспортном каркасе выделено четыре ранга линейных элементов (улиц) (рис. 3). Городские пути и сообщения формируют планировочную структуру города. Одной из главных городских артерий считается федеральный транспортный коридор автомобильного транспорта, который связывает Вологду с Москвой, Ярославлем, Архангельском, и железнодорожного транспорта (Владивосток, Челябинск, Киров, Санкт-Петербург). Также в городе имеется аэропорт. Дорожная сеть в центре Вологды была сформирована еще в XVIII веке и представляет собой в основном прямоугольные сетки дорог. Основные автомобильные артерии в центре сформировались в 1950–80-е годы. Общая протяженность автомобильных дорог и проездов в городе составляет около 260 км, из которых почти 200 км с асфальтовым покрытием.

Отсутствие железных дорог и мостов через реку Вологду является одной из главных проблем города. Плотность улично-дорожной сети – 2,19 км/км².

В результате балльной оценки транспортно-го каркаса выявлено пять участков (10, 10, 8, 8, 7



Рис. 3. Транспортный каркас района Нижний посад, г. Вологда



Рис. 4. Культурный каркас района Нижний посад, г. Вологда

баллов) с высокой плотностью объектов транспортной сети.

Моделирование культурного каркаса. В культурном каркасе выделено четыре ранга точечных элементов (музеев и исторических зданий) в зависимости от ежедневного количества посетителей. На территории большое количество музеев, памятников истории и архитектуры, храмов, некоторые из них входят в перечень объектов культурного наследия (рис. 4).

Моделирование туристско-рекреационного каркаса. Туристско-рекреационный каркас имеет большое значение для повышения качества градостроительной среды.

В туристско-рекреационном каркасе выявлено четыре ранга точечных элементов (отелей и ресторанов) в зависимости от количества посетителей. По числу мест гостиницы были разделены на четыре категории: малые (от 29 до 1 номера); средние (от 49 до 30 номеров); большие (от 89 до 50 номеров); крупные (от 130 до 90 номеров). По количеству мест рестораны также были разделены на четыре категории: малые (от 39 до 10 посадочных мест); средние (от 69 до 40 посадочных мест); большие (от 99 до 70 посадочных мест); крупные (от 150 до 100 посадочных мест).



Рис. 5. Туристско-рекреационный каркас района Нижний посад, г. Вологда

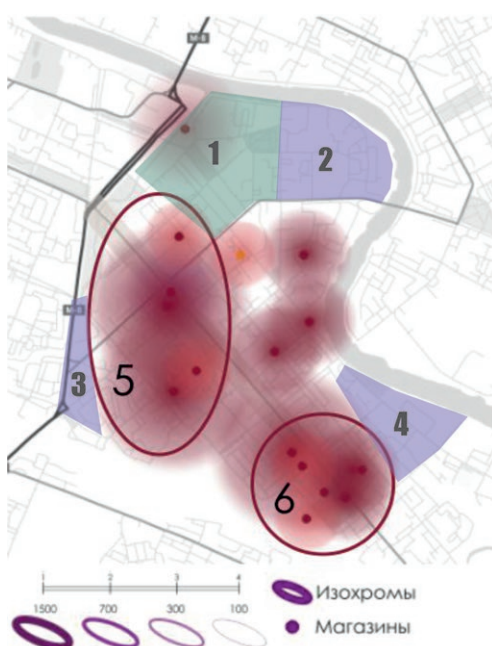


Рис. 6. Экономический каркас района Нижний посад (с обозначением зон для новых торгово-офисных объектов), г. Вологда

В результате проведенной балльной оценки туристско-рекреационного каркаса выявлено три основных ареала (26, 10, 9 баллов) посещаемости туристов (рис. 5). Наблюдается недообеспеченность обслуживающими функциями по ул. Герцена (главной транспортной артерии района Нижний посад).

Моделирование экономического каркаса. В экономическом каркасе выделено четыре ранга точечных элементов (предприятия торгово-бытового обслуживания в зависимости от их площади). Данное исследование было проведено с целью выявления недообеспеченных территорий для размещения новых торгово-деловых и торгово-развлекательных объектов. На карте показаны 15 существующих изохром (рис. 6).

Моделирование интегрального каркаса. Была составлена карта-схема планировочных ограничений района Нижний посад (интегральный каркас). При моделировании интегрального каркаса совмещены экологический, транспортный, туристско-рекреационный и экономический виды каркасов (рис. 7).

При проектировании учитывалось Постановление Правительства области «Об утверждении предмета охраны, границы территории и требований к градостроительным регламентам в границах территории исторического поселения регионального значения город Вологда»¹.

Архитектурная программа. По итогам проведенных анализов были выбраны объекты для линейной, узловой и точечной реконструкции – улица Герцена, зеленый участок на пересечении улиц Герцена и Мира и двор на пересечении улиц Герцена и Левичева соответственно.

Линейная реконструкция

Перед началом проектирования были произведены осмотр и фотофиксация территории. Для дальнейшей работы проведено сравнение

¹ Об утверждении предмета охраны, границы территории и требований к градостроительным регламентам в границах территории исторического поселения регионального значения город Вологда : Постановление Правительства Вологодской области № 1200 от 24 декабря 2018 года. – Текст : электронный // docs.cntd.ru : сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/550317590> (дата обращения: 11.09.2022).

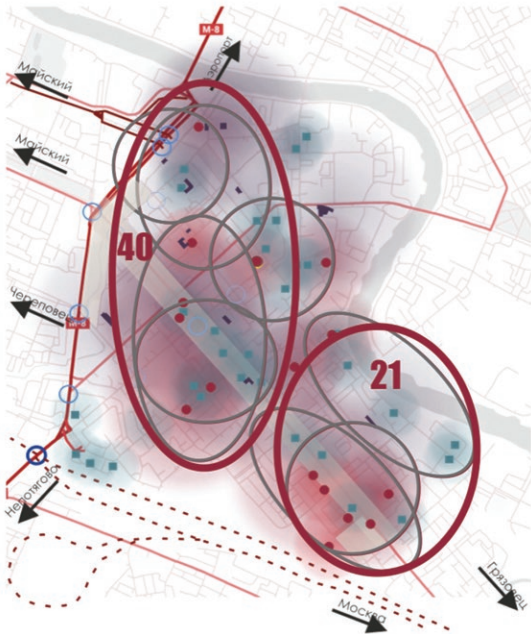


Рис. 7. Интегральный градостроительный каркас района Нижний посад, г. Вологда

существующего положения с российскими и международными нормами проектирования.

Исходя из комплексного анализа территории было принято решение разделить улицу Герцена на семь функциональных участков, рассчитать технико-экономические показатели для выявления необходимого количества парковок, норм по озеленению и пр. Было принято решение саму улицу перепроектировать по стандартам шведской программы Vision Zero: организовать велодорожки, выделенную полосу для

общественного транспорта, полосы для автомобилей. Пешеходные дорожки должны иметь ширину не менее 2 м. Это обеспечит не только возможность для разворота инвалидов при смене направления движения, но и сможет разграничить возможные потоки движения жителей дома, тем самым инвалидная коляска не будет мешать обычным гражданам, что существенно снизит риск возникновения конфликтных ситуаций. Таким образом, улица станет гораздо безопаснее для пешеходов, они смогут выбирать для себя более удобный способ передвижения: велосипед, самокат, общественный транспорт, такси/личный автомобиль либо комбинацию нескольких видов транспорта. Иными словами, горожанам станет проще достигать своих основных целей внутри города (рис. 8).

Решения по фасадам вдоль улицы Герцена также принимались с учетом Постановления Правительства Вологодской области № 1200, а именно:

1. Основные отделочные материалы: кирпич, дерево; стекло при заполнении проемов окон и дверей; запрещается использование пластиковых, металлических, металлопластиковых панелей, в том числе сайдинга, навесных панелей.
2. Цветовое решение: разрешаются для деревянных стен – натуральный цвет дерева, а также покраска с использованием цветов: светло-зеленого, охры, коричневого, красно-коричневого, светло-синего, голубого, белого, серого (рис. 9).



Рис. 8. Линейная реконструкция улицы Герцена, г. Вологда

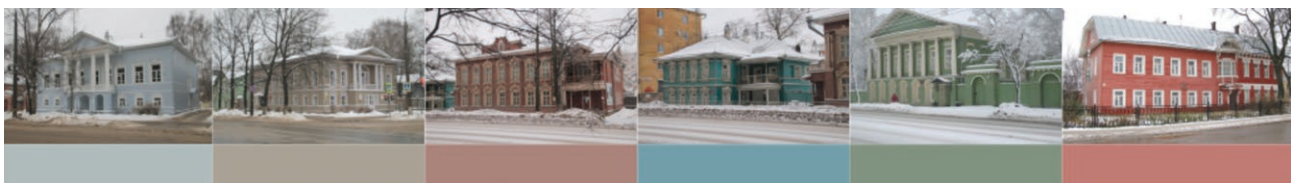


Рис. 9. Цветовое решение для фасадов домов по улице Герцена, г. Вологда



Рис. 10. Точечная реконструкция. Дворовая территория

Точечная реконструкция

Для решения проблем точечной реконструкции предлагается смещение градостроительного узла и создание социальной доминанты в жилом массиве для притяжения транспорта и новых общественных функций. Для точечной реконструкции выбрана депрессивная территория, двор на пересечении улиц Герцена и Левичева. Двор и жилой фонд находятся в неудовлетворительном состоянии, жители выделяют следующие проблемы: недостаток парковок, отсутствие мест отдыха для взрослых и детей, критическое состояние жилого фонда и т. д.

Моделируемый объект – жилой комплекс средней этажности (3–5 этажей) с подземной парковкой и благоустройством прилегающей территории. Решение проблем депрессивной территории лежит в области ориентации на интересы пользователей: детей, молодежи, взрослых, пенсионеров; пешеходов и автомобилистов. Создание площадок для тихого и активного отдыха, спортплощадок и амфитеатра (рис. 10).

В результате реконструкции существенно улучшится состояние жилого фонда на данной территории, появятся новые функции (таблица 2).

Узловая реконструкция

Узловая реконструкция – зеленый участок на пересечении улиц Герцена и Мира. На основе проведенных анализов территории были вы-

явлены основные точки притяжения. Решение для реконструкции: создание террасированных благоустроенных структур как транзитных путей к основным точкам притяжения. За счет террасированных структур появится возможность повторной интеграции депрессивной территории в городское пространство, что привлечет к себе поток горожан, а вместе с ними и малый бизнес (кафе, магазины и пр.). Кроме того, будет обеспечен свободный доступ к водным объектам в городе (рис. 11).

В качестве материала было выбрано дерево – местный строительный материал, который может быть в кратчайшие сроки заготовлен и обработан.

Ареальная реконструкция

В результате теоретического моделирования ареальной реконструкции приведена классификация территории по видам реконструкции в зависимости от их пространственно-временной балльной оценки [2], оценки технического состояния [4] с целью разработки управленческих мероприятий по повышению качества городской среды г. Вологды.

В основе этой концепции лежит структурно-функциональный подход, который дает возможность разработать комплексную программу развития любой градостроительной территории. Цель реконструкции территории – объединение

Таблица 2

**Технико-экономические показатели существующего состояния
и проектного предложения (точечная реконструкция)**

Показатель	Существующее состояние	Проектное предложение	Эффект от реализации, %
Площадь территории, м ²	8 860	8 860	–
Площадь проездов, м ²	1 017,2	1 452,36	30
Площадь озеленения, м ²	6 180,81	6501,1	5
Количество квартир	56	70-80	30
Количество жильцов	176	200-250	29,6
Площадь застройки, м ²	5 043,2	5 139,9	2
Этажность застройки	2	3-5	40
Коэффициент застройки	56	58	3,4
Количество машин	20	90	78

градостроительных полей (социального, транспортно-экономического интегрального, туристско-рекреационно-культурного интегрального) в единую градостроительную систему (рис. 12).

Все вышеизложенные в работе данные были обобщены и представлены в таблице с примерами конкретных решений по каждому пункту (таблица 3).



Рис. 11. Узловая реконструкция. Пересечение улиц Герцена и Мира

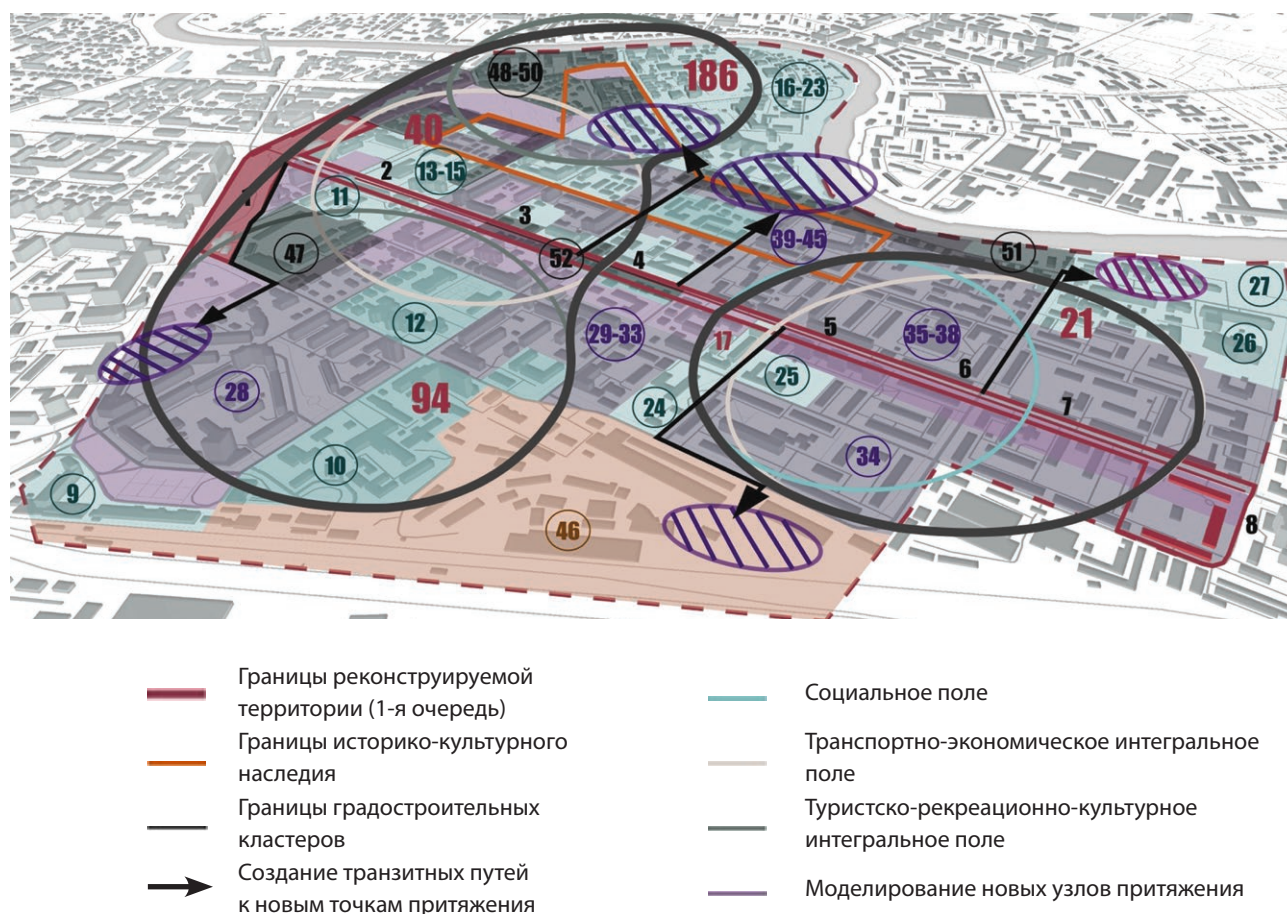


Рис. 12. Предложение по ареальной реконструкции, классификация территории по видам реконструкции в зависимости от их пространственно-временной балльной оценки [11]

Таблица 3

Предлагаемые решения по реконструкции района Нижний посад г. Вологды

Вид реконструкции	Перечень решений
Ареальная	Создание террасированных благоустроенных структур как транзитных путей к основным точкам притяжения, интеграция депрессивной территории в городскую среду
Линейная	Переоценка и формирование новой городской мобильности, реконструкция профилей улиц по евростандартам: формирование выделенных полос для велосипедистов и общественного транспорта, создание многоуровневых и подземных паркингов
Точечная	Решение проблем путем ориентации на интересы пользователей: детей, молодежи, взрослых, пенсионеров; пешеходов и автомобилистов. Создание площадок для тихого и активного отдыха, спортивных площадок и амфитеатра

Территории градостроительной ткани	Перечень решений
Нежилая застройка	• Увеличение количества точек притяжения для горожан; • увеличение плотности застройки путем формирования компактной смешанной застройки человеческого масштаба; • акцентирование транспортной инфраструктуры на пешеходах, велосипедистах и общественном транспорте; • формирование общественных пространств для детей, подростков, взрослых; • формирование новых жилых кварталов
Жилая застройка	• Повышение деловой активности; • создание условий для развития малого бизнеса (кафе, магазинов и пр.); • реконструкция дворовых и прилегающих территорий; • формирование общественных пространств для детей, подростков, взрослых; • формирование новых социальных доминант в жилом массиве; • увеличение плотности застройки; • увеличение размера квартир, улучшение бытовых условий проживания
Промышленная застройка	Функциональная реновация
Здания, требующие ремонта и реконструкции	• Проведение комплекса изыскательных работ для выявления и сохранения ценности исторического наследия; • возмещение физического износа; • формирование компактной смешанной застройки человеческого масштаба за счет вставок или пристроек; • формирование новых общественных доминант; создание площадок для тихого и активного отдыха
Архитектурное наследие	• Реставрация архитектурного наследия и прилегающей к нему территории; • создание туристических маршрутов; • развитие малого бизнеса
Новые торгово-офисные объекты	• Повышение деловой активности; • создание условий для развития малого бизнеса (кафе, магазинов и пр.); • увеличение количества точек притяжения для горожан
Территории градостроительной ткани	Эффект от решений
Нежилая застройка	• Вырастет уровень обеспечения автостоянками; • повысится уровень благоустройства и озеленения территории; • увеличится плотность транспортно-дорожной сети; • возрастет безопасность территории
Жилая застройка	• Рост уровня социально-бытового обеспечения; • улучшение аэрационного и инсоляционного режимов, снижение шумового фона; • возрастет безопасность территории • повысится уровень благоустройства и озеленения территории; • увеличится плотность транспортно-дорожной сети; • увеличится стоимость жилья по мере увеличения стоимости земли в историческом центре; • гарантия высокой надежности инвестиционных активов

Промышленная застройка	Функциональная реновация
Здания, требующие ремонта и реконструкции	• Повышение уровня благоустройства и озеленения территории; • увеличение плотности транспортно-дорожной сети; • повышение уровня безопасности территории; • улучшение аэрационного и инсоляционного режимов, снижение шумового фона; • увеличение стоимости жилья по мере увеличения стоимости земли в историческом центре
Архитектурное наследие	• Повышение уровня благоустройства и озеленения территории; • увеличение плотности транспортно-дорожной сети; • повышение уровня туристической привлекательности и безопасности территории
Новые торгово-офисные объекты	• Увеличение плотности дорожно-транспортной сети; • повышение уровня социально-бытовых условий

Выводы

Человек сегодня хочет жить в современном городе, отвечающем его основным запросам: комфортное жилье, удобная транспортная инфраструктура, наличие мест отдыха, безопасность и пр. Таким образом, перед градостроителями стоит новая задача, целью которой является адаптация исторических центров городов под нынешние требования населения, но с сохранением при этом уникальных характеристик регулярной квартальной застройки. Вологда входит в число городов, обладающих особо ценным историческим наследием, и является своего рода центром экономической, политической, культурной и социальной жизни Вологодской области. У города имеется огромный потенциал для развития

туризма и улучшения уровня жизни населения. Экореконструкция как ряд комплексных мероприятий позволит решить существующие проблемы сформировавшейся градостроительной системы или составляющих ее элементов. Данное исследование предполагает ряд решений для улучшения ситуации в городе посредством реабилитации депрессивных территорий, перепланировки профилей улицы по современным европейским стандартам, решения проблем ветхого жилого фонда. Создание комфортной среды путем реконструкции и реновации городской территории позволит повысить туристическую привлекательность города Вологды, уровень жизни местного населения, создаст условия для развития бизнеса и привлечет в город новых людей.

Библиографический список

1. Астанин, Д. М. Анализ территориальных каркасных систем как метод выявления культурного субцентра г. Череповец Вологодской области (с ядром субцентра – мемориальным Домом-музеем Верещагиных) / Д. М. Астанин, Е. А. Сахарова. – DOI 10.18454/mca.2019.16.6. – Текст : непосредственный // Современное строительство и архитектура. – 2019. – № 4 (16). – С. 25–32.
2. Гутнов, А. Э. Влияние изменяемости городской среды на принципы ее проектирования : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры (840 Архитектура) / А. Э. Гутнов. – Москва, 1970. – 21 с. – Текст : непосредственный.
3. Гутнов, А. Э. Структурно-функциональная организация и развитие градостроительных систем : специальность 18.00.01 : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора архитектуры / А. Э. Гутнов. – Москва, 1979. – 33 с. – Текст : непосредственный.

-
4. Агеев, С. А. Сохранение локальных исторических комплексов методами градостроительного регулирования : специальность 18.00.04 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры / С. А. Агеев. – Москва, 2005. – 24 с. – Текст : непосредственный.
 5. Градостроительные основы развития и реконструкции жилой застройки / Ю. В. Алексеев, А. Н. Топилин, Г. Ю. Сомов [и др.]. – Москва : Издательство АСВ, 2009. – 640 с. – Текст : непосредственный.
 6. Касьянов, В. Ф. Реконструкция жилой застройки городов : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению 653500 «Строительство» / В. Ф. Касьянов. – Москва: Издательство АСВ, 2005. – 223 с. – Текст : непосредственный.
 7. Обзор английской системы зеленой сертификации для зданий и помещений BREEAM. – Текст : электронный // ecogreenoffice.club : сайт. – URL: <https://www.ecogreenoffice.club/obzor-breeam> (дата обращения: 16.08.2022).
 8. Плотникова, Л. В. Экологическое управление качеством городской среды на высокоурбанизированных территориях / Л. В. Плотникова. – Москва : Издательство АСВ, 2008. – 239 с. – Текст : непосредственный.
 9. Садковская, О. Е. Принципы экореконструкции территории малоэтажной застройки: на примере малых и средних городов Ростовской области : специальность 05.23.22 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры / О. Е. Садковская. – Москва, 2020. – 25 с. – Текст : непосредственный.
 10. Преобразование среды крупных городов и совершенствование их планировочной структуры / Центр. н.-и. и проект. ин-т по градостроительству ; ред.-сост. В. А. Лавров. – Москва : Стройиздат, 1979. – 126 с. – Текст : непосредственный.
 11. Коршунова, Е. М. Развитие организационно-экономического механизма управления реконструкцией жилой застройки исторических центров городов : специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности, в т. ч.: экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами; управление инновациями; региональная экономика; логистика; экономика труда; экономика народонаселения и демография; экономика природопользования; экономика предпринимательства; маркетинг; менеджмент; ценообразование; экономическая безопасность; стандартизация и управление качеством продукции; землеустройство; рекреация и туризм)» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора экономических наук / Е. М. Коршунова. – Санкт-Петербург, 2015. – 22 с. – Текст : непосредственный.

References

1. Astanin, D. M., & Saharova, E. A. (2019). The analysis of the territorial frame systems as a method of identifying the cultural subcenter Cherepovets Vologda region (with a core of sub-centre - memorial Vereshchagin house-museum). *Modern construction and architecture*, (4(16)), pp. 25-32. (In Russian).
2. Gutnov, A. E. (1970). *Vliyanie izmenyaemosti gorodskoj sredy na principy ee proektirovaniya. Avtoref. diss. ... kand. arhitektury*. Moscow, 21 p. (In Russian).
3. Gutnov, A. E. (1979). *Strukturno-funkcional'naya organizaciya i razvitie gradostroitel'nyh system. Avtoref. diss. ... dokt. arhitektury*. Moscow, 33 p. (In Russian).
4. Ageev, S. A. (2005). *Sohranenie lokal'nyh istoricheskikh kompleksov metodami gradostroitel'nogo regulirovaniya. Avtoreferat diss. ... kand. arhitektury*. Moscow, 24 p. (In Russian).
5. Alekseev, Yu. V., Topilin, A. N., Somov, G. Yu., Roitman, V. M., Nikitina, N. S., Dunichkin, I. V., ... Egorov, A. Yu. (2009). *Gradostroitel'nye osnovy razvitiya i rekonstrukcii zhiloy zastrojki*. Moscow, Izdatel'stvo ASV Publ., 640 p. (In Russian).

6. Kasyanov, V. F. (2005). *Rekonstruktsiya zhiloy zastroyki gorodov*. Moscow, Izdatel'stvo ASV Publ., 223 p. (In Russian).
7. *Obzor angliyskoy sistemy zelenoy sertifikatsii dlya zdaniy i pomeshcheniy BREEAM*. (In Russian). Available at: <https://www.ecogreenoffice.club/obzor-breeam> (accessed 16.08.2022).
8. Plotnikova, L. V. (2008). *Ekologicheskoe upravlenie kachestvom gorodskoy sredy na vysokourbanizirovannykh territoriyakh*. Moscow, Izdatel'stvo ASV Publ., 239 p. (In Russian).
9. Sadkovskaya, O. E. (2020). *Printsipy ekorekonstruktsii territorii maloetazhnoy zastroyki: na primere malykh i srednikh gorodov Rostovskoy oblasti*. Avtoref. diss. ... kand. arhitektury. Moscow, 25 p. (In Russian).
10. Lavrov, V. A. (eds.). (1979). *Preobrazovanie sredy krupnykh gorodov i sovershenstvovanie ikh planirovochnoy struktury*. Moscow, Stroyizdat Publ., 126 p. (In Russian).
11. Korshunova, E. M. (2015). *Razvitie organizatsionno-ekonomicheskogo mekhanizma upravleniya rekonstruktsiey zhiloy zastroyki istoricheskikh tsentrov gorodov*. Avtoref. diss. ... dokt. ekon. nauk. Saint Petersburg, 36 p. (In Russian).

Сведения об авторах

Радивилова Александра Евгеньевна, обучающийся кафедры архитектуры и градостроительства, Вологодский государственный университет, e-mail: alex.radiwilowa@yandex.ru

Астанин Дмитрий Михайлович, доцент кафедры архитектуры и градостроительства, Вологодский государственный университет, старший преподаватель кафедры сельскохозяйственного строительства и экспертизы объектов недвижимости, Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, e-mail: montenegro.astanin@mail.ru

Information about the authors

Alexandra E. Radivilova, Student at the Department of Architecture and Urban Planning, Vologda State University, e-mail: alex.radiwilowa@yandex.ru

Dmitry M. Astanin, Associate Professor at the Department of Architecture and Urban Planning, Vologda State University, Senior Lecturer at the Department of Agricultural Construction and Real Estate Expertise, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, e-mail: montenegro.astanin@mail.ru

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**

МАЛОЭТАЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ: ОБЗОР ПРАКТИК

М. А. Пахомова, А. Б. Храмцов

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

LOW-RISE CONSTRUCTION IN RUSSIA AND ABROAD: A REVIEW OF PRACTICES

Maria A. Pakhomova, Alexander B. Khramtsov

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. Рассмотрены технологии малоэтажного строительства в России и других странах мира: каркасное и бескаркасное, панельное, объемно-блочное домостроение и другие. Дана характеристика конструктивным схемам зданий. Исследованы строительные материалы, применяемые в процессе возведения малоэтажных зданий для обеспечения комфортности проживания, защиты экологии окружающей среды и повышения энергоэффективности. Указаны преимущества и недостатки малоэтажной застройки. Представлен обзор малоэтажных строений из зарубежной и отечественной практики.

Abstract. The authors review the technology of low-rise construction in Russia and other countries: frame-type and frameless, panel, space-block and others types of housing construction. The article describes the structural schemes of buildings. The building materials used in the construction of low-rise buildings to ensure the comfort of living, environmental protection and energy efficiency have been investigated. The advantages and disadvantages of low-rise development have been identified. A review of low-rise buildings from foreign and Russian practice has been presented.

Ключевые слова: малоэтажное строительство, каркасная технология, бескаркасное домостроение, малоэтажная застройка, строительная отрасль, энергоэффективность зданий

Key words: low-rise construction, frame-type technology, frameless housing, low-rise development, construction industry, energy efficiency of buildings

Для цитирования: Пахомова, М. А. Малоэтажное строительство в России и за рубежом: обзор практик / М. А. Пахомова, А. Б. Храмцов. – DOI 10.31660/2782-232X-2022-3-20-31. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 3 (101). – С. 20–31.

For citation: Pakhomova, M. A., & Khramtsov, A. B. (2022). Low-rise construction in Russia and abroad: a review of practices. *Architecture, Construction, Transport*, (3(101)), pp. 20–31. (In Russian). DOI 10.31660/2782-232X-2022-3-20-31.

Введение

Обеспечение граждан доступным жильем высокого качества является актуальной задачей как сегодняшнего дня, так и долгосрочной перспективы, что вызывает потребность в поиске новых технологий строительства.

После распада СССР начался современный этап развития жилищного строительства, в том числе малоэтажного, как индивидуального, так и общественного назначения. Согласно действующей нормативной документации, малоэтажным считается «многоквартирное жилое здание до четырех этажей (включая мансардный)»¹ – усадьба, коттедж, а также таунхаус – «дом с прилегающим земельным участком на двух или трех владельцев и многосекционные дома высотой до четырех этажей» (рис. 1) [1].

Малоэтажные строения призваны решить жилищную проблему граждан за счет более доступной цены. Кроме того, люди сегодня с большим желанием селятся в малоэтажках, чем в многоэтажных жилых домах. На отдельных территориях, например, в районах со сложным рельефом и высокой сейсмичностью, предусматривается только данный тип жилищного строительства. В скором будущем в пригородной зоне современных миллионников и мегаполисах со сверхплотной застройкой окажутся малоэтажные поселки



Рис. 1. Таунхаус/коттедж

¹ Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений = Urban development. Urban and rural planning and development : (СП 42.13330.2016) : актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2016 г. № 1034/пр и введен в действие с 1 июля 2017 г. : дата введения 2017-07-01 / исполнители – ФГБУ ЦНИИП Минстроя России при участии Москомархитектуры, МАДИ, ГУП НИИПИ Генплана Москвы, ООО «Институт общественных зданий», АО НПЦ ГИПРОЗДРАВ, ОАО «Гипрогор». – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054209> (дата обращения: 08.08.2022).

и малые города с застройкой коттеджного типа (рис. 2).

Предмет исследования

Предметом данного исследования является обзор практик малоэтажного строительства в России и зарубежных странах, выявление преимуществ и недостатков малоэтажной застройки. В работе использовался комплекс методов: анализ и синтез, метод классификации, метод сравнения, метод визуализации, обобщение.

Результаты

Малоэтажный вид строительства обладает рядом преимуществ перед многоэтажным. Среди ключевых достоинств – защита окружающей среды, психофизиологическая комфортность,



Рис. 2. Поселки коттеджного типа

благоустройство придомовой территории и развитая инфраструктура.

Сегодня все чаще используют понятие «инновационное жилье», которое характеризуется единством трех составляющих: комфорта, окружающей среды и энергоэффективности. Именно они лежат в основе малоэтажного строительства.

Исследуемый тип строительства повышает уровень благоустройства городской территории. Он имеет ряд достоинств, к которым относятся:

- время – более быстрое в сравнении с многоэтажкой возведение дома;
- цена – более выгодная стоимость одного квадратного метра жилой площади;
- комплексный подход – застройка территории с инфраструктурой и инженерными сетями;
- экологичность и энергоэффективность зданий.

Малоэтажное домостроение на рынке условно можно подразделить на индивидуальную застройку и комплексную, к которой относится индустриальный поточный метод строительства с параллельной прокладкой сетей и дорог.

Тем не менее, малоэтажное строительство в нашей стране сопряжено с рядом проблемных моментов:

- проекты высотой меньше трех этажей менее выгодны для застройщика;
- малая рентабельность для инвесторов;
- проблема локализации;
- нестыковки и недочеты в действующих нормативно-правовых актах в сфере жилищного строительства.

В практике современного малоэтажного строительства применяются следующие технологии и строительные материалы:

- каркасная (каркас может быть деревянным и металлическим) и бескаркасная технологии;
- многослойная конструкция типа «сэндвич»;
- кирпич обыкновенный;
- пенобетонные, газобетонные блоки;
- брус профилированный;
- несъемная опалубка;
- камень [2].

В настоящее время наиболее распространен при возведении малоэтажных построек кар-

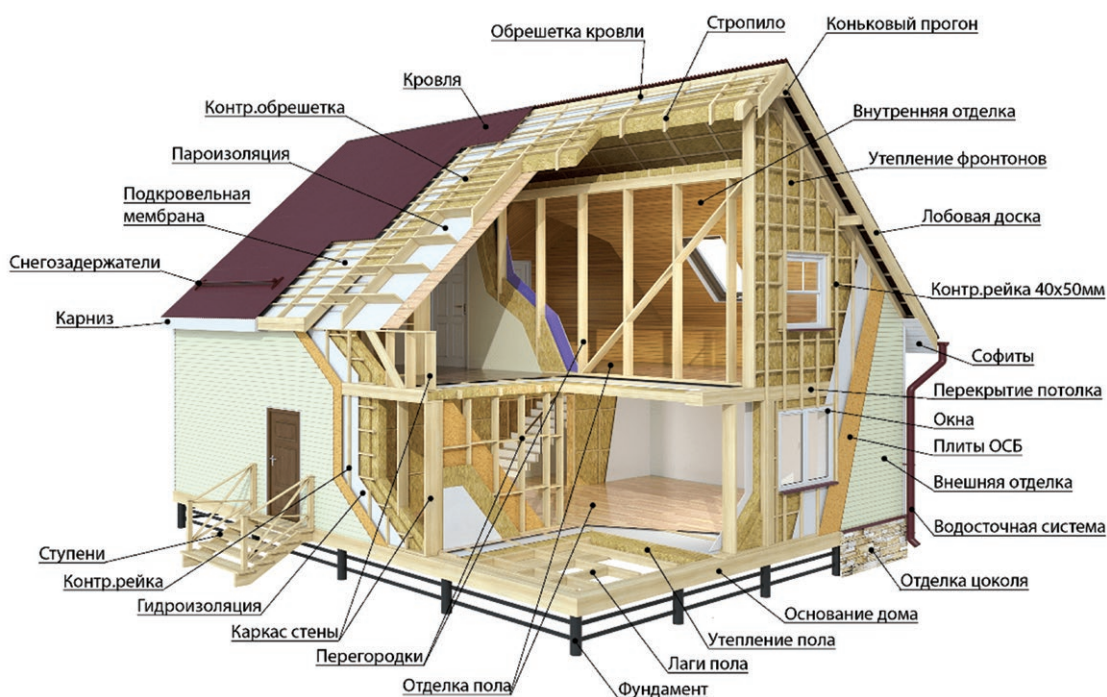


Рис. 3. Конструктивная схема здания, возводимого по каркасной технологии

касная технология (рис. 3), характеризующаяся невысокой стоимостью строительства, быстрой возведения конструкций и высокой энергоэффективностью. Каркасный дом – это быстро-возводимое строение, в котором все несущие элементы связаны между собой.

Конструктивные схемы зданий должны соответствовать наиболее прогрессивным видам индустриального строительства, требованиям модульной системы, унификации и типизации конструкций и деталей, а также местной специфике строительства. В сфере современного проектирования выработались такие типы конструкций малоэтажных строений:

- бескаркасный (стеновой) – продольные либо поперечные несущие стены и перекрытия разных типов;
- каркасно-панельный – несущий каркас (колонны и ригели) и крупнопанельные стены и перекрытия;
- объемно-блочный – блоки-комнаты, блоки-квартиры, другие блоки-помещения.

Большое значение имеет тип используемого каркаса. В зависимости от выбранной техноло-

гии каркас может быть металлическим или деревянным. Считается, что металлический профиль самый надежный, однако использование такого каркаса неизменно приводит к увеличению стоимости строительства дома. Монтируют деревянный и металлический профиль посредством специальной крепежной системы без использования сварки.

Также в последние годы в малоэтажном строительстве стала применяться солома. Возведение малоэтажек из соломы – технология не новая, но значительно усовершенствованная. Саманное строительство является энергоэффективным, так как легко возобновляемые природные материалы не оказывают нагрузку на экологию окружающей среды [1].

Малоэтажное строительство за рубежом

Рассмотрим примеры малоэтажного строительства из зарубежной практики. Как построить новый дом на участке, который уже занят историческим фермерским домом и фруктовым садом? На этот вопрос дали ответ дизайнер Фолькер Динст и архитектор Кристоф Фельдбахер из Австрии: они приняли решение расширить верх-



Рис. 4. House by the Garden of Venus, Австрия [3]



Рис. 5. Радар Active House, показывающий производительность здания на основе расчетных данных [3]

ний этаж исторического здания, сделать «дом на доме». В результате получился яркий и нетрадиционный активный дом. Такая структура заметно сокращает выбросы CO₂ (рис. 4, 5) [3].

Внимание авторов проекта было сосредоточено на максимальном использовании естественного освещения и сохранении вида на сад. Несмотря на высокую плотность застройки района, House by the Garden of Venus обеспечен достаточным количеством дневного света, дарит уединение и обеспечивает сильную связь с окружающей средой. Горизонтальные ленточные окна на восточной стороне и стратегически расположенные мансардные окна на западной пропускают свет глубоко внутрь. Все помещения верхнего этажа равномерно освещаются круглый год, даже в пасмурные дни, через стеклянную фронтовую стену на северной стороне, которая также открывает вид на абрикосовый сад и долину Дуная (рис. 6) [3].

Сегодня вопросом энергосбережения занимается целый ряд стран Европы. В частности, Институт пассивного дома (г. Дармштадт, Германия) разработал стандарты, в соответствии с которыми жилой дом должен иметь самостоятельную энергосистему. Такой пассивный дом отапливается посредством тепла, «выделяемого» его жителями и бытовыми электроприборами [2]. Многие страны, в частности Финляндия, при возведении малоэтажек широко применяют солнечные обогреватели.

Еще один пример малоэтажной энергоэффективной постройки – Home for Life (Дания) по проекту AART Architects (рис. 7). Учитывая, что на Западе на здания приходится до 40 % выбросов углерода, а 30 % зданий имеют недостаточную влажность в жилых помещениях, архитекторы стремились создать «углеродно-нейтральное здание», которое будет как активно производить электричество и тепло, так и пассивно извлекать выгоду из солнечной энергии.

Совместно с инженерами и исследователями авторы разработали дизайн дома для жизни – активного дома, производящего энергии больше, чем потребляет. При ожидаемом избытке энергии в 9 кВт/ч · м²/г дому потребуется примерно



Рис. 6. Застройка, окружающая House by the Garden of Venus, Австрия [3]



Рис. 7. Home for Life no проекту AART Architects [4]

35 лет, чтобы произвести то же количество энергии, которое было использовано при производстве материалов для его строительства, и к этому времени дом вернет природе больше, чем потребил (рис. 8).

Следовательно, такой жилой дом в долгосрочной перспективе, обеспечивая здоровый

микроклимат, станет активом, а не бременем для окружающей среды [4].

В жилом пространстве как временного, так и постоянного пребывания важно чувствовать себя комфортно, свободно и безопасно.

Основываясь на этих критериях, французские архитекторы NOMADE Architectes разрабо-

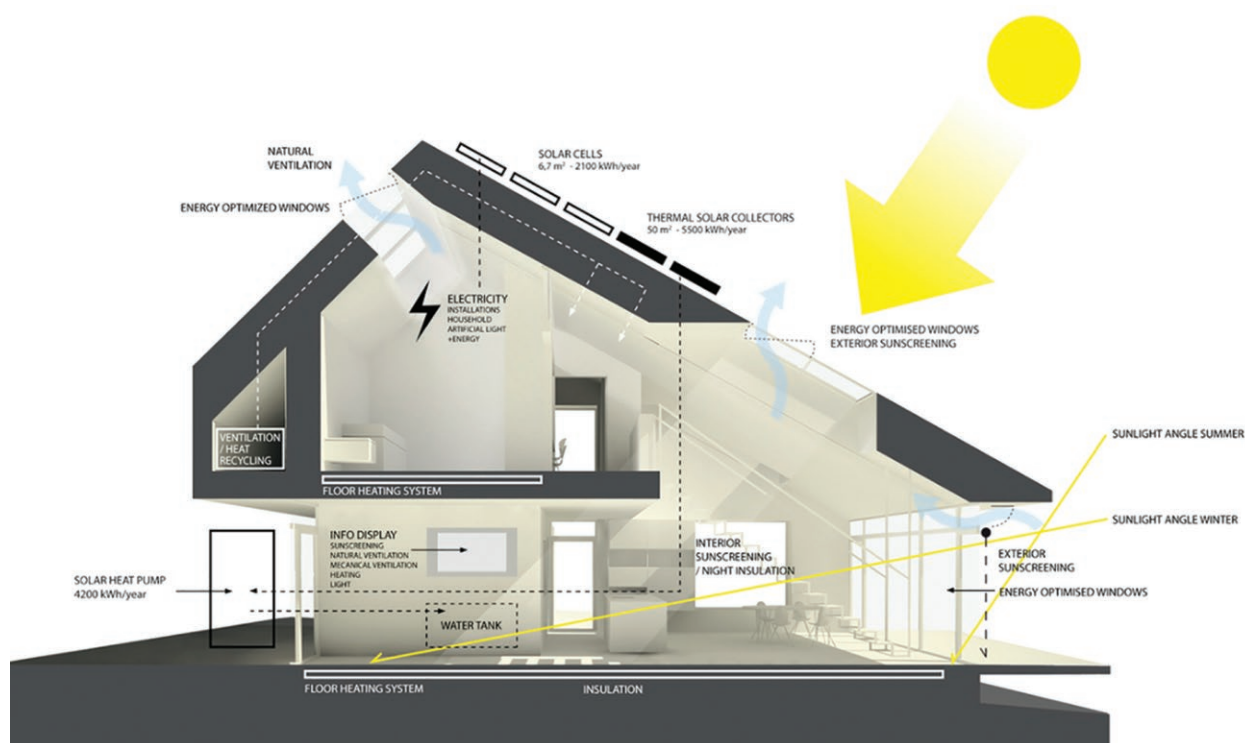


Рис. 8. Схема энергоэффективности Home for Life [4]



Рис. 9. Maison de L'Enfance, Франция [5]

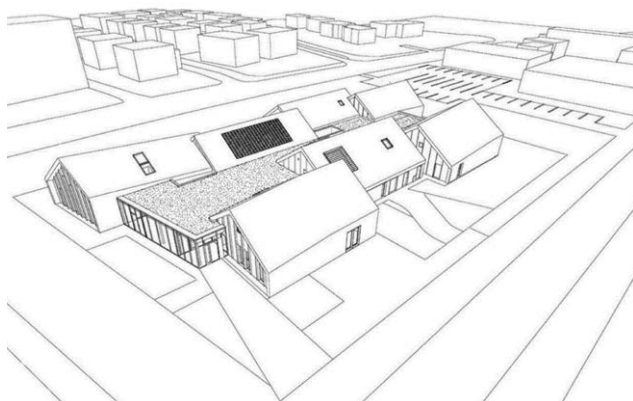


Рис. 10. Объемно-пространственная структура Maison de L'Enfance [5]



Рис. 11. Внутренний двор Maison de L'Enfance [5]

тали и реализовали проект Maison de L'Enfance (рис. 9) [5].

Объект включает:

- семейный питомник;
- медицинское учреждение вместимостью 40 человек для наблюдения за детьми и обследования;
- место отдыха воспитателей;
- стойку регистрации;
- место для приема детей и родителей (рис. 10).

Архитекторы работали над качеством внутренней атмосферы здания, формируя ее в центральном вестибюле с внутренними дворами, и достигли высокого уровня естественного освещения, тепла и влаги (рис. 11).

Здание легко адаптируется к различным нуждам человека:

- «время приема»: создано дружелюбное пространство для приема публики;
- «время активности»: обеспечена связь с несколькими приемными, детской, общим пространством, кабинетом и кладовыми.

Благодаря своей компактной форме здание организовано функционально и разделено на две взаимосвязанные части:

- центральный объединяющий вестибюль, идущий с севера на юг;
- функциональные отсеки (несколько приемных, детская, общее пространство и кабинет), похожие на небольшие домики, образующие «деревню» вокруг главной дороги.

NOMADE Architects предложили новые строительные решения, повышающие комфортность пребывания в доме и снижающие энергопотребление. Применяемые материалы позволяют зданию гармонично слиться с окружающей средой: в качестве основного материала использовано дерево, что позволило сэкономить время при строительстве; крыши изготовлены из плоских керамических плиток, которые каскадом спускаются к стенам, создавая современные архетипы, «вписывающиеся» в местную среду (рис. 12) [5].

Анализируя приведенные примеры, можно сказать, что архитектура объектов малоэтажного строительства за рубежом сформировалась на основании принципов энергоэффективности,



Рис. 12. Деревянная строительная система и керамическая черепица Maison de L'Enfance [5]

гармонии с окружающим пространством и комфорта проживания людей [3].

Малоэтажное строительство в России

По данным статистики, малоэтажное домостроение в современной России в общей структуре возведения жилья занимает от 30 до 80 % в зависимости от региона. Лидерами выступают Центральный и Приволжский федеральные округа, на последнем месте – Дальневосточный округ. Лидерами спроса на малоэтажные дома являются Белгородская, Оренбургская, Нижегородская области и Республика Башкортостан [6].

В нашей стране специалисты также активно занимаются вопросами энергоэффективности, а государством проводится энергосберегающая политика. В российском малоэтажном строительстве, направленном на энергосбережение, развитие получил ряд способов снижения энергопотребления: повышение тепловой эффективности ограждающих конструкций за счет использования современных высокоэффективных утеплителей, а также применения технологии SIP (строительство из структурных изоляционных панелей); устройство энергоэффективного оборудования (системы кондиционирования воздуха, вентиляции, отопления).

Существенная экономия энергии обеспечивается за счет повышения термического сопротивления ограждающих конструкций, в частности, теплоизоляции стен помещений. Сегодня на рынке представлены разные марки утеплителей,

например, ROCKWOOL и ISOVER, благодаря которым энергоэффективные дома могут быть возведены даже в суровых природно-климатических условиях России. Предлагаются варианты энергоэффективных коттеджей – дом Green Balance компании ROCKWOOL и Мультикомфортный дом ISOVER (рис. 13).

Однако для граждан России данные малоэтажные постройки являются довольно затратными, в том числе из-за малой экономии энергии. Рентабельность таких строений возможно



Рис. 13. Дом Green Balance компании ROCKWOOL и Мультикомфортный дом ISOVER



Рис. 14. ЖК «Уютный квартал»



Рис. 15. ЖК «House-Club»



Рис. 16. ЖК «Санрайз»

увеличить, адаптировав их под условия строительства на территории нашей страны.

Возведение домов из SIP-панелей, состоящих из утеплителя-прослойки, с двух сторон покрытого листами OSB, также весьма привлекательно. Данный теплоизоляционный материал обладает высокими энергосберегающими характеристиками. Важным достоинством применения SIP-панелей является возможность возвести энергоэффективное здание в короткие сроки. При этом основные трудности связаны с необходимостью обслуживания такого дома высококвалифицированными специалистами [7].

В последние годы малоэтажное строительство набрало высокие темпы и на юге Тюменской области. К 2025 году в рамках государственной областной программы «Развитие жилищного строительства» планируется увеличить строительство малоэтажек до 41 % в общем объеме ввода объектов жилой площади [8]. Постановлением Правительства Тюменской области от 19.03.2008 года № 82-п² регламентировано возведение следующих типов малоэтажек: индивидуальная жилая застройка до трех этажей с земельным участком; малоэтажные постройки до четырех этажей без земельных участков; блокированная жилая застройка.

В административном центре области (г. Тюмень) рынок малоэтажек также весьма разносторонен. Например, жилой комплекс «Уютный квартал» в районе «Дом обороны». Комплекс состоит из таунхаусов высотой в три этажа из железобетонных блоков, облицованных силикатным кирпичом (рис. 14). Следующий пример – ЖК «House-Club» в районе Московского тракта. Девять четырехэтажных строений возведены из экологически чистых материалов, включая лесной массив и рустированный силикатный кирпич (рис. 15).

В районе поселка Винзили расположен жилой комплекс «Санрайз», который состоит из

² Об утверждении региональных нормативов градостроительного проектирования : Постановление Правительства Тюменской области от 19.03.2008 № 82-п . – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/819042708> (дата обращения: 08.08.2022).

49 строений с мансардой и свободной планировкой цокольного этажа, выполненных из силикатного кирпича (рис. 16). В районе Лесобазы, между озерами Песьяное и Чистое, планируется построить жилой комплекс «Скандиа. Квартал у озера», состоящий из четырехэтажных домов (рис. 17).

Также новое малоэтажное строительство по индивидуальным проектам осуществляется в поселках Казарово, Березняки, Патрушева и других районах областного центра [8].

Сегодня для ускорения темпов малоэтажного строительства в России необходимо:

- оптимизировать строительный контроль и надзор в данной сфере;
- сократить сроки проведения государственной экспертизы проектной документации, подготовительных и изыскательных работ;
- внести изменения и дополнения в нормативно-правовые и нормативно-технические документы в сфере градостроительства, а также в санитарные нормы. В частности, необходимо снять ряд ограничений в сфере малоэтажного строительства и упростить процедуры подключения новых малоэтажек к электрическим сетям, газоснабжению, частным участкам к дорогам местного значения.

Выводы

Таким образом, обзор зарубежной и отечественной практик свидетельствует, что малоэтажное строительство сегодня – инструмент обеспечения населения более доступным в ценовом аспекте жильем, в том числе жильем эконом-класса [9]. Малоэтажная застройка, исторически развивавшаяся за границами больших городов, в пригородной зоне, заметно усовершенствовалась с применением новых технологий и материалов. В последние годы малоэтажные жилые комплексы можно обнаружить в городах-миллионниках и мегаполисах. Чтобы строительство данного типа



Рис. 17. ЖК «Скандиа. Квартал у озера»

зданий отвечало высоким потребительским качествам, необходимо достичь их соответствия современным требованиям энергоэффективности, экологичности и экономичности. Каркасная технология с применением соломенных блоков полностью удовлетворяет указанным параметрам. Также внедряются альтернативные экологически чистые строительные материалы, бурно развиваются аддитивные технологии и практика их применения в малоэтажном строительстве [10]. Детальное изучение современных технологий малоэтажного строительства позволяет привлечь внимание к данному типу строений, популяризировать их развитие на территории России.

Библиографический список

1. Мирошниченко, Д. А. Малоэтажное строительство, его роль и перспективы развития / Д. А. Мирошниченко, Н. С. Воловник. – Текст : непосредственный // Наука, технологии, инновации в мире глобальных трансформаций : материалы IX Международной научно-практической конферен-

- ции. В 2 ч., Ростов-на-Дону, 21 апреля 2021 года. – Ростов-на-Дону : Южный университет (ИУБиП), ООО «Издательство ВВМ», 2021. – С. 23–30.
2. Карасев, Д. О. Малоэтажное строительство. Виды строительных материалов для возведения зданий / Д. О. Карасев, Н. А. Шипилова, М. С. Арутюнян. – Текст : электронный // Наукovedenie : интернет-журнал. – 2016. – Т. 8, № 3. – URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/91TVN316.pdf> (дата обращения: 01.04.2022).
 3. House by the Garden of Venus, Austria. – Текст : электронный // velux.com : сайт. – URL: <https://www.velux.com/what-we-do/healthy-buildings-focus/demonstration-buildings/house-by-the-garden-of-venus-austria> (дата обращения: 01.08.2022).
 4. Home for life. – Текст : электронный // archdaily.com : сайт. – URL: <https://www.archdaily.com/889593/home-for-life-aart-architects/5a8f7db3f197ccee47000040-home-for-life-aart-architects-scheme> (дата обращения: 01.08.2022).
 5. Maison de L'Enfance. Nomade architects. – Текст : электронный // archdaily.com : сайт. – URL: <https://www.archdaily.com/796883/maison-de-lenfance-nomade-architectes/57f6fb99e58ece285200003b-maison-de-lenfance-nomade-architectes-photo> (дата обращения: 01.08.2022).
 6. Дрыгина, Ю. А. Малоэтажное строительство в России : состояние и перспективы / Ю. А. Дрыгина. – Текст : непосредственный // Аллея Науки : научно-практический журнал. – 2017. – Т. 2, № 16. – С. 827–836.
 7. Бодягин, А. О. Исследование энергоэффективных решений, используемых в малоэтажном строительстве на территории России / А. О. Бодягин, И. В. Пешнина. – Текст : непосредственный // Общество, наука, инновации (НПК-2017) : сборник статей. Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция, Киров, 01–29 апреля 2017 года. – Киров : Вятский государственный университет, 2017. – С. 757–764.
 8. Колчин, Ф. В. Перспективы малоэтажного строительства в Тюмени / Ф. В. Колчин, А. А. Ербактанов. – Текст : электронный // deltaprofit.ru : сайт. – URL: <https://www.deltaprofit.ru/upload/doklad.pdf> (дата обращения: 01.08.2022).
 9. Агеева, Т. В. Методы оценки эффективности инвестиционно-инновационных проектов малоэтажного строительства / Т. В. Агеева. – Текст : непосредственный // Российское предпринимательство. – 2011. – Т. 12, № 5. – С. 114–122.
 10. 3D-аддитивные технологии в сфере строительства / В. С. Лесовик, Н. В. Чернышева, Е. С. Глаголев [и др.]. – Текст : непосредственный // Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства : Международная научно-практическая конференция, Белгород, 15–16 марта 2016 года. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2016. – С. 157–167.

References

1. Miroshnichenko, D. A., & Volovnik, N. S. (2021). Maloetazhnoe stroitel'stvo, ego rol' i perspektivy razvitiya. Nauka, tekhnologii, innovatsii v mire global'nykh transformatsiy: materialy IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. V 2 ch., April, 21. Rostov-on-Don, Southern Federal University, ООО "VVM" Publ., pp. 23-30. (In Russian).
2. Karasev, D. O., Shipilova, N. A., & Arutunyan, M. S. (2016). Maloetazhnoe stroitel'stvo. Vidy stroitel'nykh materialov dlya vozvedeniya zdaniy. Naukovedenie: internet-zhurnal, 8(3). (In Russian). Available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/91TVN316.pdf> (accessed 01.04.2022).
3. House by the Garden of Venus, Austria. (In English). Available at: <https://www.velux.com/what-we-do/healthy-buildings-focus/demonstration-buildings/house-by-the-garden-of-venus-austria> (accessed 01.08.2022).

-
4. Home for life. (In English). Available at: <https://www.archdaily.com/889593/home-for-life-aart-architects/5a8f7db3f197ccee47000040-home-for-life-aart-architects-scheme> (accessed 01.08.2022).
 5. Maison de L'Enfance. Nomade architects. (In English). Available at: <https://www.archdaily.com/796883/maison-de-lenfance-nomade-architectes/57f6fb99e58ece285200003b-maison-de-lenfance-nomade-architectes-photo> (accessed 01.08.2022).
 6. Drygina, Yu. A. (2017). Maloetazhnoe stroitel'stvo v Rossii: sostoyanie i perspektivy. *Alleya Nauki: nauchno-prakticheskii zhurnal*, 2(16), pp. 827-836. (In Russian).
 7. Bodyagin, A. O., & Peshnina, I. V. (2017). Issledovanie energoэффективnykh resheniy, ispol'zuemykh v maloetazhnom stroitel'stve na territorii Rossii. *Obshchestvo, nauka, innovatsii (NPK-2017): sbornik statey. Vserossiyskaya ezhegodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. April, 01-29. Kirov, Vyatka State University Publ.*, pp. 757-764. (In Russian).
 8. Kolchin, F. V., & Erbaktanov, A. A. Perspektivy maloetazhnogo stroitel'stva v Tyumeni. (In Russian). Available at: <https://www.deltaprofit.ru/upload/doklad.pdf> (accessed 01.08.2022).
 9. Ageeva, T. V. (2011). Methods of estimating efficiency of innovation and investment projects of low-rise construction. *Rossiyskoe predprinimatel'stvo*, 12(5), pp. 114-122. (in Russian).
 10. Lesovik, V. S., Chernysheva, N. V., Glagolev, E. S., Drebezgova, M. Yu., & Yermolaeva, A. E. (2016). 3D-additivnye tekhnologii v sfere stroitel'stva. *Intellectual'nye stroitel'nye kompozity dlya zelenogo stroitel'stva. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. March, 15-16. Belgorod, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov Publ.*, pp. 157-167. (In Russian).

Сведения об авторах

Пахомова Мария Андреевна, обучающийся кафедры дизайна архитектурной среды, Тюменский индустриальный университет, e-mail: arhid.tyumen@yandex.ru

Храмцов Александр Борисович, канд. ист. наук, доцент кафедры дизайна архитектурной среды, Тюменский индустриальный университет, e-mail: hramtsovab@tyuiu.ru

Information about the authors

Maria A. Pakhomova, Student at the Department of Architectural Environment Design, Industrial University of Tyumen, e-mail: arhid.tyumen@yandex.ru

Alexander B. Khrantsov, Candidate of History, Associate Professor at the Department of Architectural Environment Design, Industrial University of Tyumen, e-mail: hramtsovab@tyuiu.ru

О РАСЧЕТАХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ПРОГРЕССИРУЮЩЕМУ ОБРУШЕНИЮ

Н. С. Быстров¹, И. Г. Овчинников^{1,2}

¹ Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург, Россия

² Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

ABOUT CALCULATIONS OF BUILDINGS AND STRUCTURES FOR RESISTANCE TO PROGRESSIVE COLLAPSE

Nikita S. Bystrov¹, Igor G. Ovchinnikov^{1,2}

¹ Ural State University of Railway Transport, Yekaterinburg, Russia

² Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. Рассматривается вопрос расчета зданий и сооружений на устойчивость к прогрессирующему обрушению. Приведен перечень нормативной литературы, которую необходимо использовать при проведении расчетов. Представлена классификация зданий и сооружений по степени ответственности, на основании которой произведен анализ требований к расчету в зависимости от соответствующего уровня. Обозначены задачи, которые проектировщик должен решить перед началом расчета на прогрессирующее обрушение. Представлены этапы расчета зданий и сооружений на прогрессирующее обрушение в квазистатической постановке, на основе данных этапов получен последовательный алгоритм действий, позволяющий выполнить расчет на устойчивость к прогрессирующему обрушению. С учетом проведенного исследования

Abstract. The authors consider the issue of calculating buildings and structures for resistance to progressive collapse. The list of normative literature for making calculations has been given. The classification of buildings and structures according to the degree of responsibility has been presented. Based on it an analysis of the calculation requirements depending on the appropriate level has been made. The tasks that the designer must solve before starting the calculation for progressive collapse have been outlined. The stages of calculating buildings and structures for progressive collapse are presented in a quasi-static setting. Based on these stages, a sequential algorithm of actions that allows to calculate the resistance to progressive collapse has been obtained. Taking into account the results of this research, the concept of "resistance to progressive collapse" has been

уточнено понятие «устойчивость к прогрессирующему обрушению». Сформирован вывод о требованиях, которые должны быть выполнены, чтобы в заключение расчетного обоснования можно было сказать о том, что устойчивость к прогрессирующему обрушению обеспечена.

Ключевые слова: прогрессирующее обрушение, устойчивость против прогрессирующего обрушения, уровень ответственности, пространственная расчетная модель, алгоритм расчета на устойчивость против прогрессирующего обрушения

defined. A conclusion about the requirements that must be met to tell after the calculation that resistance to progressive collapse is ensured, has been formed.

Key words: progressive collapse, stability to progressive collapse, level of responsibility, spatial calculation model, algorithm for calculating the stability to progressive collapse

Для цитирования: Быстров, Н. С. О расчетах зданий и сооружений на устойчивость к прогрессирующему обрушению / Н. С. Быстров, И. Г. Овчинников. – DOI 10.31660/2782-232X-2022-3-32-38. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 3 (101). – С. 32–38.

For citation: Bystrov, N. S., & Ovchinnikov, I. G. (2022). About calculations of buildings and structures for resistance to progressive collapse. Architecture, Construction, Transport, (3(101)), pp. 32-38. (In Russian). DOI 10.31660/2782-232X-2022-3-32-38.

Введение

В последнее время в результате возросшего числа аварий зданий и сооружений, которые вызваны такими причинами, как проектные ошибки, нарушения технологии возведения, несоблюдение правил эксплуатации и т. д. [1–4], проблеме обеспечения устойчивости зданий и сооружений к прогрессирующему обрушению стали уделять особое внимание как на территории Российской Федерации, так и за рубежом. По информации отечественных исследователей, урон от обрушения объекта оценивается в 693,7 % при 100 % себестоимости [5, 6].

Вследствие введения Федерального закона № 384-ФЗ¹ и ГОСТ 27751-2014² появилась дополнительная потребность в развитии направления противостояния последовательному разрушению зданий и сооружений. Результат применения регламентирующих документов и изучение научных трудов предоставляют возможность предусмотреть свод конструктивных мероприятий, реализация которых позволит повысить безопасность зданий и сооружений. Научные труды, созданные на основе предшествующих исследований конструктивной безопасности зданий и сооружений, дают возможность брать в расчет

¹ Технический регламент о безопасности зданий и сооружений : Федеральный закон № 384-ФЗ : принят Государственной думой 23 декабря 2009 года : одобрен Советом Федерации 25 декабря 2009 года. – Текст : электронный // www.consultant.ru : сайт. – 2022. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/ (дата обращения: 14.08.2022).

² ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 декабря 2014 г. № 1974-ст : введен впервые : дата введения 2015-07-01 / разработан ОАО «НИЦ «Строительство» – ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко. – Текст : электронный // [docs.cntd.ru](https://docs.cntd.ru/document/1200115736) : сайт. – 2022. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200115736> (дата обращения: 14.08.2022).

разные виды нагрузок и воздействий, применение которых при соблюдении сводов правил и норм обеспечивает безопасность объекта на протяжении всего срока эксплуатации.

При расчете на устойчивость к прогрессирующему обрушению помимо Федерального закона № 384-ФЗ и ГОСТ 27751-2014 используют следующие строительные нормы: СП 20.133330.2016³, СП 385.1325800.2018⁴, СП 296.1325800.2017⁵, приложение 7 к СП 35.13330.2011⁶, СП 22.13330.2016⁷, СТО 008-02495342-2009⁸.

Объект и методы исследования

В начале работы нужно разобраться с терминами и определить, что мы считаем прогрессирующим обрушением и что относится к устойчивости против него. В СП 385.1325800.2018 даны следующие определения: *«прогрессирующее обрушение* – последовательное разрушение несущих строительных конструкций, приводящее к обрушению всего здания или сооружения или

его частей вследствие локального разрушения»; *«устойчивость против прогрессирующего обрушения* – обеспечение несущей способности как конструктивной системы сооружения в целом, так и примыкающих к зоне локального разрушения конструктивных элементов».

В зависимости от уровня ответственности здания и сооружения должны иметь способность в разной степени противостоять прогрессирующему обрушению. Для реализации данного требования следует обеспечить прочность, жесткость и устойчивость как всей конструктивной системы здания или сооружения, так и локальных несущих элементов в области местного разрушения. Допускается формулирование дополнительных требований к устойчивости к прогрессирующему обрушению от заказчика, которые должны быть прописаны в задании на проектирование.

Здания и сооружения по требованиям устойчивости к прогрессирующему обрушению подразделяют на три уровня ответственности:

³ Нагрузки и воздействия : (СП 20.133330.2016) : официальное издание : утверждено приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 3 декабря 2016 г. № 891/пр : введено в действие 4 июня 2017 г. – Текст : электронный // docs.cntd.ru : сайт. – 2022. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456044318> (дата обращения: 14.08.2022).

⁴ Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения : (СП 385.1325800.2018) : официальное издание : утверждено приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 5 июля 2018 г. № 393/пр : введено в действие 6 января 2019 г. – Текст : электронный // docs.cntd.ru : сайт. – 2022. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/551394640> (дата обращения: 14.08.2022).

⁵ Здания и сооружения. Особые воздействия : (СП 296.1325800.2017) : официальное издание : утверждено приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 3 августа 2017 г. № 1105/пр : введено в действие 4 февраля 2018 г. – Текст : электронный // docs.cntd.ru : сайт. – 2022. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/555600219> (дата обращения: 14.09.2022).

⁶ Мосты и трубы : (СП 35.13330.2011) : официальное издание : утверждено приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 28 декабря 2010 г. № 822 : введено в действие 20 мая 2011 г. – Текст : электронный // docs.cntd.ru : сайт. – 2022. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084849> (дата обращения: 14.08.2022).

⁷ Основания зданий и сооружений : (СП 22.13330.2016) : официальное издание : утверждено приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 декабря 2016 г. № 970/пр : введено в действие 17 июня 2017 г. – Текст : электронный // docs.cntd.ru : сайт. – 2022. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054206> (дата обращения: 14.08.2022).

⁸ Предотвращение прогрессирующего обрушения железобетонных монолитных конструкций зданий. Проектирование и расчет : (СТО 008-02495342-2009) : официальное издание : утверждено и введено в действие приказом Генерального директора ОАО «ЦНИИПромзданий» от 7 сентября 2009 г. № 20. – Текст : электронный // docs.cntd.ru : сайт. – 2022. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200078507> (дата обращения: 14.08.2022).

1. Повышенный уровень ответственности. Необходимо соблюдать следующие условия:

- делать поверочный расчет с применением пространственных моделей по потере несущей способности или непригодности к эксплуатации с выводом из строя одного элемента расчетной схемы. Данный расчет производится при использовании нормативных характеристик материалов конструкций. Также в этом расчете необходимо учитывать физическую, геометрическую и конструктивную нелинейность. Значение коэффициента надежности принимается равным 1,1;
- в задании на проектирование от заказчика дополнительно к основным требованиям могут быть предъявлены дополнительные условия по обеспечению трещиностойкости и деформативности несущих элементов здания и сооружения при локальном разрушении.

К повышенному уровню ответственности относятся опасные и уникальные объекты, например: атомные электростанции, гидроэлектростанции, дамбы, плотины, космодромы, мосты и т. д. Подробный перечень объектов можно посмотреть в ст. 48.1 Градостроительного кодекса Российской Федерации.

2. Нормальный уровень ответственности. При проектировании зданий и сооружений данного уровня необходимо также делать поверочный расчет с применением пространственных моделей по потере несущей способности или непригодности к эксплуатации с выводом из строя одного элемента расчетной схемы. Расчет производится при использовании нормативных характеристик материалов конструкций и с учетом физической, геометрической и конструктивной нелинейности. При этом значение коэффициента надежности принимается равным 1,0;

К нормальному уровню относят промышленные и гражданские здания, например: цеха, производящие какую-либо продукцию, жилые здания высотой до 75 м, цеха по переработке мусора, мосты длиной до 500 м и т. д.

3. Пониженный уровень ответственности. Характеризуется отсутствием требований к устойчивости от прогрессирующего обрушения. К

данному уровню относят: теплицы, парники, мобильные здания и т. д. Важно помнить, что недопустимо относить объекты частного малоэтажного строительства к пониженному уровню ответственности, так как практика строительства и эксплуатации зданий данного типа в сейсмически опасных районах (6 баллов и более) показывает, что часто происходят разрушения.

В начале работы проектировщик должен оценить возможность прогрессирующего разрушения и определиться с методами его предотвращения. К основным задачам, которые необходимо решить, относятся:

- выявление списка стартовых особых нагрузок, приводящих к местному разрушению несущих конструкций;
- выбор методики расчета зданий и сооружений на мгновенное исключение несущего элемента из расчетной модели;
- выявление факторов, влияющих на выключение из работы несущего элемента, перегруженного вследствие особого воздействия;
- формирование конструктивных мер обеспечения устойчивости к особым воздействиям и смягчения последствий от них.

При расчете на прогрессирующее обрушение проверка и конструирование элементов здания выполняется только для первой группы предельных состояний. Перемещения, раскрытие трещин и деформации элементов не учитываются. Свойства материалов принимаются по нормативным величинам, значения которых можно посмотреть в сводах правил или специальных справочных материалах. Также обязательным при расчете на прогрессирующее обрушение является использование объемной расчетной схемы, в которой учитывается пространственная модель грунта, позволяющая производить расчет с учетом работы грунтового основания под фундаментом. При расчете карстовых воронок и провалов основания зданий и сооружений в местах предполагаемого расположения воронки элементам фундамента присваивается коэффициент постели грунта равный нулю. Кроме того, в расчетной модели также нужно учитывать элементы, которые при обычной работе здания или сооружения

не являются несущими. Данные элементы в месте локального разрушения здания или сооружения могут активно включаться в работу схемы, что приведет к перераспределению усилий в элементах системы. Проверку на способность противостоять прогрессирующему обрушению нужно осуществлять для всех возможных прогнозируемых местных разрушений элементов независимо друг от друга. Это означает, что в расчете рассматривается ситуация по выходу из строя только одного несущего элемента. Важно отметить, что при моделировании необходимо учитывать самые неблагоприятные локальные разрушения.

На основании СП 385.1325800.2018, объект обладает способностью противостоять прогрессирующему обрушению, если для несущих конструкций и их связей выполняется следующее условие:

$$F \leq S,$$

где F – внутренние усилия в несущих элементах, усилия в узлах;

S – несущая способность элементов и узлов.

Этапы проверки устойчивости против прогрессирующего обрушения в квазистатической постановке [7, 8]:

1 этап – создается пространственная конечно-элементная модель, по которой определяется напряженно-деформированное состояние конструкций в условиях нормальной эксплуатации. Выполняется нелинейный статический расчет от расчетных значений нагрузок с фиксированием значений перемещений. Данное действие необходимо для дальнейшего формирования напряженно-деформированного состояния системы в начальный момент времени, когда удаляемый элемент присутствует в расчете;

2 этап – определяется несущий элемент системы, в результате удаления которого будет формироваться локальное разрушение. Выключение из работы данного элемента моделируется усилиями, которые были найдены в исходной расчетной схеме при нормальной эксплуатации объекта. Усилия моделируются с противоположным знаком. В случае, если удаление элемента расчетной схемы не приводит к моментальному

догружению конструктивной системы, то дополнительные усилия в удаляемом элементе можно принимать со значением ноль;

3 этап – запускается расчет схемы с влиянием удаленного элемента. В результате расчета определяется напряженно-деформированное состояние конструкций в условиях аварийного воздействия, которое привело к выходу из строя одного из несущих элементов системы. В завершение данного этапа для определения собственной частоты схемы делается модальный анализ;

4 этап – выводятся результаты расчета, производится их анализ. Осуществляется проверка удовлетворения всех узлов и элементов расчетной схемы требованиям первой группы предельных состояний – по потере несущей способности или непригодности к эксплуатации. В ходе расчета следующего локального разрушения необходимо вернуться к первичной расчетной схеме и проделать данные этапы повторно.

Результаты и обсуждения

Обзор научных трудов, посвященных прогрессирующему обрушению, дает возможность выделить следующие тезисы:

- при анализе важно учитывать такие показатели, как значимость объекта и финансовые или социальные последствия в случае его разрушения;
- моделирование производится при условии воздействия особых сочетаний нагрузок, учитывается выход из строя только одного элемента. Коэффициент надежности по нагрузке в расчете для повышенного уровня ответственности равен 1,1, для нормального 1;
- важно продумать условия перераспределения усилий с удаляемого элемента системы на соседние;
- при разработке рабочей документации необходимо основываться на принципах строительства в сейсмических районах [9, 10].

Стоит отметить, что важным этапом является исследование уже произошедших аварий. Разбирая ошибки, которые привели к разрушению зданий или сооружений в прошлом, мы учимся избегать их в будущем. Данные исследования должны

внести вклад в накопление опыта у проектировщиков, инженеров по строительству и работников, обслуживающих здания или сооружения. Выполнение качественного исследования с целью определения настоящих факторов наступления аварийных ситуаций и разрушения позволит в будущем конкретизировать нормативные, расчетные нагрузки и другие факторы, оказывающие разрушающие воздействия. Это даст возможность проектировщикам создавать более корректные расчетные схемы и улучшать методы расчета.

Выводы

Таким образом, устойчивость против прогрессирующего обрушения следует понимать как способность конструктивной системы противостоять разрушению при выходе из строя одного из несущих элементов. При моделировании аварийной ситуации расчетное обоснование должно в обязательном порядке выполнять требования по первой группе предельных состояний, что гарантирует устойчивость к прогрессирующему обрушению.

Библиографический список

1. Котляревский, В. А. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий : учебное пособие в 5 книгах / В. А. Котляревский, А. М. Аверченко, В. И. Заболотских ; под редакцией В. А. Котляревского, А. В. Забегаева. – Москва : Издательство АСВ, 2001. – 2 т. – ISBN 5-87829-071-5. – Текст : непосредственный.
2. Алмазов, В. О. Динамика прогрессирующего разрушения монолитных многоэтажных каркасов / В. О. Алмазов, К. Као Зуй. – Текст : непосредственный // Промышленное и гражданское строительство. – 2010. – № 4. – С. 52–56.
3. Гарькин, И. Н. Анализ причин обрушений промышленных зданий / И. Н. Гарькин. – Текст : непосредственный // Технические науки : проблемы и перспективы : Материалы Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 20–23 марта 2011 года. – Санкт-Петербург : Реноме, 2011. – С. 27–29.
4. Еремин, К. И. Причины и последствия аварий зданий и сооружений, произошедших в 2010 году / К. И. Еремин, Н. А. Шишкина. – Текст : электронный // Наука и безопасность : электронный журнал. – 2011. – URL: https://pamag.ru/pressa/causes_conseq-accidents (дата обращения: 20.08.2022).
5. Бондаренко, В. М. К вопросу о конструктивной безопасности и живучести основного строительного фонда России / В. М. Бондаренко. – Текст : непосредственный // Архитектура и строительство Москвы. – 2006. – Т. 526–527. – № 2–3. – С. 12–14.
6. Алмазов, В. О. Проблемы прогрессирующего разрушения строительных объектов / В. О. Алмазов. – Текст : непосредственный // Деловая слава России. – 2008. – № 4(22). – С. 74–77.
7. Бондаренко, В. М. Оценка динамических напряжений и моментов в конструктивных элементах сооружений / В. М. Бондаренко, Е. А. Ларионов. – Текст : непосредственный // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2006. – № 2. – С. 93–98.
8. Расчет динамических усилий в конструктивно-нелинейных элементах стержневых пространственных систем при внезапных структурных изменениях / В. А. Гордон, Н. В. Ключева, Т. В. Потураева, А. С. Бухтиярова. – Текст : непосредственный // Строительная механика и расчет сооружений. – 2008. – № 6(221). – С. 26–30.
9. Снижение рисков в строительстве при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера / С. Н. Булгаков, А. Г. Тамразян, И. А. Рахман, А. Ю. Степанов. – Москва : Издательство АСВ, 2012. – 304 с. – Текст : непосредственный.
10. Анализ в геометрически, физически и конструктивно нелинейной постановке динамического поведения плоских рам при запроектных воздействиях / И. Н. Серпик, Н. С. Курченко, А. В. Алексейцев, А. А. Лагутина. – Текст : непосредственный // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 10. – С. 49–51.

References

1. Kotlyarevskiy, V. A., Averchenko, A. M., & Zabolotskikh, V. I. (2001). Avarii i katastrofy. Preduprezhdenie i likvidatsiya posledstviy. Moscow, Izdatel'stvo ASV Publ. (In Russian).
2. Almazov, V. O., & Kao Zuy Khoy. (2010). Dynamics of progressing destruction of monolithic multistory frames. Industrial and Civil Engineering, (4), pp. 52-56. (In Russian).
3. Gar'kin, I. N. (2011). Analiz prichin obrusheniy promyshlennykh zdaniy. Tekhnicheskie nauki: problemy i perspektivy. Materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. March, 20-23, Saint-Petersburg, Renome Publ., pp. 27-29. (In Russian).
4. Eremin, K. I., & Shishkina, N. A. (2011). Prichiny i posledstviya avariyy zdaniy i sooruzheniy, proizoshedshikh v 2010 godu. Nauka i bezopasnost'. (In Russian). Available at: https://pamag.ru/pressa/causes_conseq-accidents (accessed 28.08.2022).
5. Bondarenko, V. M. (2006). K voprosu o konstruktivnoy bezopasnosti i zhivuchesti osnovnogo stroitel'nogo fonda Rossii. Arkhitektura i stroitel'stvo Moskvy, 526-527(2-3), pp. 12-14. (In Russian).
6. Almazov, V. O. (2008). Problemy progressiruyushchego razrusheniya stroitel'nykh ob"ektov. Delovaya slava Rossii, (4(22)), pp. 74-77. (In Russian).
7. Bondarenko, V. M., & Larionov, E. A. (2006). Otsenka dinamicheskikh napryazheniy i momentov v konstruktivnykh elementakh sooruzheniy. Stroitel'naya mekhanika inzhenernykh konstruktsiy i sooruzheniy, (2), pp. 93-98. (In Russian).
8. Gordon, V. A., Klyueva, N. V., Poturaeva, T. V., & Bukhtiyarova, A. S. (2008). Raschet dinamicheskikh usiliy v konstruktivno-nelineynykh elementakh sterzhnevyykh prostranstvennykh sistem pri vnezapnykh strukturnykh izmeneniyakh. Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzheniy, (6(221)), pp. 26-30. (In Russian).
9. Bulgakov, S. N., Tamrazyan, A. G., Rakhman, I. A., & Stepanov, A. Yu. (2012). Snizhenie riskov v stroitel'stve pri chrezvychaynykh situatsiyakh prirodnogo i tekhnogennogo kharaktera. Moscow, Izdatel'stvo ASV Publ., 304 p. (In Russian).
10. Serpik, I. N., Kurchenko, N. S., Alekseytsev, A. V., & Lagutina, A. A. (2012). Analysis of the dynamic behavior of plane frames at emergency actions considering geometrical, material and structural nonlinearities. Industrial and Civil Engineering, (10), pp. 49-51. (In Russian).

Сведения об авторах

Быстров Никита Сергеевич, аспирант кафедры мостов и транспортных тоннелей, Уральский государственный университет путей сообщения, e-mail: bystrov_nikita97@mail.ru

Овчинников Игорь Георгиевич, д-р техн. наук, профессор, профессор базовой кафедры АО «Мостострой-11», Тюменский индустриальный университет, e-mail: bridgesar@mail.ru

Information about the authors

Nikita S. Bystrov, Postgraduate at the Department of Bridges and Transport Tunnels, Ural State University of Railway Transport, e-mail: bystrov_nikita97@mail.ru

Igor G. Ovchinnikov, Doctor of Engineering, Professor at the Base Department JSC "Mostostroy-11", Industrial University of Tyumen, e-mail: bridgesar@mail.ru

РАЗРАБОТКА КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ТРАНСПОРТНОГО СПРОСА ОТ ПЛОТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ НА УЛИЦАХ С НЕРЕГУЛЯРНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

Т. Г. Бабич, А. А. Тестешев

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

DETECTION OF CORRELATION DEPENDENCIES BETWEEN TRAFFIC DEMAND AND POPULATION DENSITY ON STREETS WITH IRREGULAR TRAFFIC

Tatyana G. Babich, Alexander A. Testeshev

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. В статье рассмотрены основные пути решения проблемы, связанной с ограниченным количеством информации о параметрах транспортных потоков на улично-дорожной сети на стадии разработки проектной документации на улицы с нерегулярным транспортным спросом. Поставлена задача интерпретировать данные, полученные посредством удаленного мониторинга, в уравнения нахождения интенсивности на улицах с нерегулярным режимом движения. При проведении экспериментов был получен репрезентативный объем статистических данных, по результатам которых разработаны графические модели зависимости интенсивности движения от плотности населения. Математическое описание графических данных было представлено в виде частных уравнений, которые учитывали дифференциальное влияние значимых факторов в районах различного функционального назначения. Целесообразность использования разработанных функций определяется возмож-

Abstract. This article discusses the main ways to solve the problem associated with limited information about the parameters of traffic flows on the network of streets at the stage of development of construction project drawings and specifications for streets with irregular transport demand. The task was to interpret the data obtained through remote monitoring, in the equations of finding the intensity on the streets with an irregular traffic. During the experiments, a large volume of statistical data was obtained. Based on it graphical models of dependencies of traffic intensity and population density were developed. The mathematical description of the graphical data was presented as the particular equations that took into account the differential influence of significant factors in areas of various functional purposes. The reasonability of using the developed functions is determined by the possibility of finding the required characteristics with minimal expenses of resources. A formalized model of multifactor dependence based on the

ностью нахождения искомых характеристик с минимальными ресурсными затратами. Предложена формализованная модель многофакторной зависимости, которая на основе синтеза частных уравнений учитывает все отобранные параметры. Сформирован вывод о дальнейших направлениях исследования, а именно: о возможности проверки уравнений на населенных пунктах ближнего и дальнего зарубежья и расчете экономической оценки взамен существующих методик.

Ключевые слова: транспортный поток, нерегулярное движение, плотность населения, интенсивность движения, здания с общественной функцией

synthesis of particular equations and took into account all selected parameters, has been proposed. The conclusion on the future research was formed, namely about the possibility of testing the equations for the settlements of near and far abroad and the calculation of the economic evaluation to replace the existing methods.

Key words: traffic flow, irregular traffic, population density, traffic intensity, buildings with a public function

Для цитирования: Бабич, Т. Г. Разработка корреляционных зависимостей транспортного спроса от плотности населения на улицах с нерегулярным движением / Т. Г. Бабич, А. А. Тестешев. – DOI 10.31660/2782-232X-2022-3-39-45. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 3 (101). – С. 39–45.

For citation: Babich, T. G. & Testeshev, A. A. (2022). Detection of correlational dependencies between traffic demand and population density on streets with irregular traffic. Architecture, Construction, Transport, (3(101)), pp. 39-45. (In Russian). DOI 10.31660/2782-232X-2022-3-39-45.

Введение

В настоящее время улично-дорожная сеть крупных и крупнейших городов постоянно развивается: растет уровень автомобилизации, численность населения, что приводит к необходимости увеличивать площади городских территорий (осваивать ранее неиспользованные земли, отводить их под строительство жилых микрорайонов). Для повышения качества жизни в действующей стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025¹ поднимается вопрос развития улично-дорожной сети, по-

вышения транспортной доступности и качества городской инфраструктуры. Реализация стратегии, представляющая собой осуществление программ комплексного развития транспортной инфраструктуры города², предопределяет работу, направленную на эффективность результатов за счет проектной деятельности.

Исходной информацией на начальном этапе проектирования являются системные сведения из разных сфер человеческой деятельности, в частности транспортной подвижности населения, иллюстрирующие активность жителей, от-

¹ О реализации транспортной стратегии : Постановление Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации № 129-СФ : утверждено 13 апреля 2022 года. – Текст : электронный // Совет Федерации Федерального собрания Российской Федерации : сайт. – 2022. – URL: <http://council.gov.ru/media/documents/pdf/mb4E0D0Th74OaePogWxE3CdF6P7wclEB.pdf> (дата обращения: 27.04.2022).

² Об утверждении требований к программам комплексного развития транспортной инфраструктуры поселений, городских округов : Постановление Правительства РФ № 1440 : утверждено Правительством РФ 25 декабря 2015 года. – Текст : электронный // Консорциум Кодекс : сайт. – 2022. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420327246> (дата обращения: 08.05.2020).



Рис. 1. Использование данных об интенсивности движения на стадиях разработки проектов

ражающие потребность населения в перемещении на автомобильном транспорте.

Моделирование жизненного цикла проекта³ с применением информации о транспортной ситуации может быть представлено в виде каскадной модели, отображенной на рис. 1.

В качестве исходных данных для проектной деятельности также необходимы прогнозы транспортного спроса, изменения объемов и характера передвижения, характеристики сети дорог и параметры дорожного движения (скорость, плотность, интенсивность и состав движения [1, 2]).

Немаловажную роль в понимании и решении проблемы играет информация не только об улицах, образующих скелетный каркас города, движение по которым является высокоинтенсивным и осуществляется регулярно, но и о подводящих к ним улицах с нерегулярным движением. К таким относятся улицы местного значения, местные проезды, улицы в зонах жилой застройки и т. д. Как правило, в качестве приоритетного объекта исследования выбираются улицы с регулярным движением посредством использования метода дистанционного спутникового мониторинга [3], который позволяет минимизировать ресурсные затраты при определении параметров транс-

портного потока. Методика разработана с расчетом на узкое применение результатов (позволяет определить интенсивность на улицах с регулярным движением), поскольку на объектах с нерегулярным транспортным спросом наблюдается высокая погрешность определения результатов (отклонения более 26 %), что является недопустимым [4]. В то же самое время значительная часть улично-дорожной сети ($\approx 22\%$) относится к улицам с нерегулярным движением, в связи с чем разработка метода по определению интенсивности на данных улицах представляет научный и практический интерес.

Объект и методы исследования

Объектом исследования определен транспортный поток с малой интенсивностью движения на улицах с нерегулярным транспортным спросом. Предметом исследования приняты характеристики транспортных потоков на улицах с нерегулярным транспортным спросом. Применяются теоретический и расчетно-аналитический методы исследования. В ходе работы предлагается использовать математический аппарат в рамках теории массового обслуживания, теории транспортных потоков и теории статистики.

³ Руководство по реализации проектов. Книга 6. – Текст : электронный // Минстрой России : сайт. – 2020. – URL: https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/3d9/06_Kniga-6_Rukovodstvo_po_realizatsii_proektov.pdf (дата обращения: 29.04.2022).

Результаты

На подготовительном этапе исследования были идентифицированы факторы, влияющие на изменение интенсивности движения, и были определены наиболее значимые из них [5], а именно:

- плотность населения (определяется исходя из наличия и вместимости жилых зданий и сооружений);
- наличие и вместимость обучающих школьных и дошкольных учреждений;
- наличие и площадь торговых зон и предприятий сферы услуг.

Перед сбором данных был изучен размах интенсивности движения в течение суточного цикла города [6], анализ которого показал, что изменение интенсивности имеет хаотичный порядок. В результате в качестве единицы измерения была принята суточная интенсивность, ко-

торая суммарно отражает объем движения. Для формирования банка данных об интенсивности движения (ее числовых характеристиках в течение суточного цикла, влиянии на нее различных параметров) ведется сбор системной информации с 2018 года. Объем выборки необходимого количества экспериментов с учетом вышеописанных факторов составил 512 улиц, данное число объектов обосновано расчетом по методу Я. В. Хомяка [7].

Ранее авторами были разработаны частные зависимости интенсивности движения от плотности населения с учетом только вместимости образовательных учреждений (средних образовательных школ) [8]. В продолжение начатого исследования были собраны данные об изменении транспортного спроса на других значимых объектах транспортной инфраструктуры и разработаны

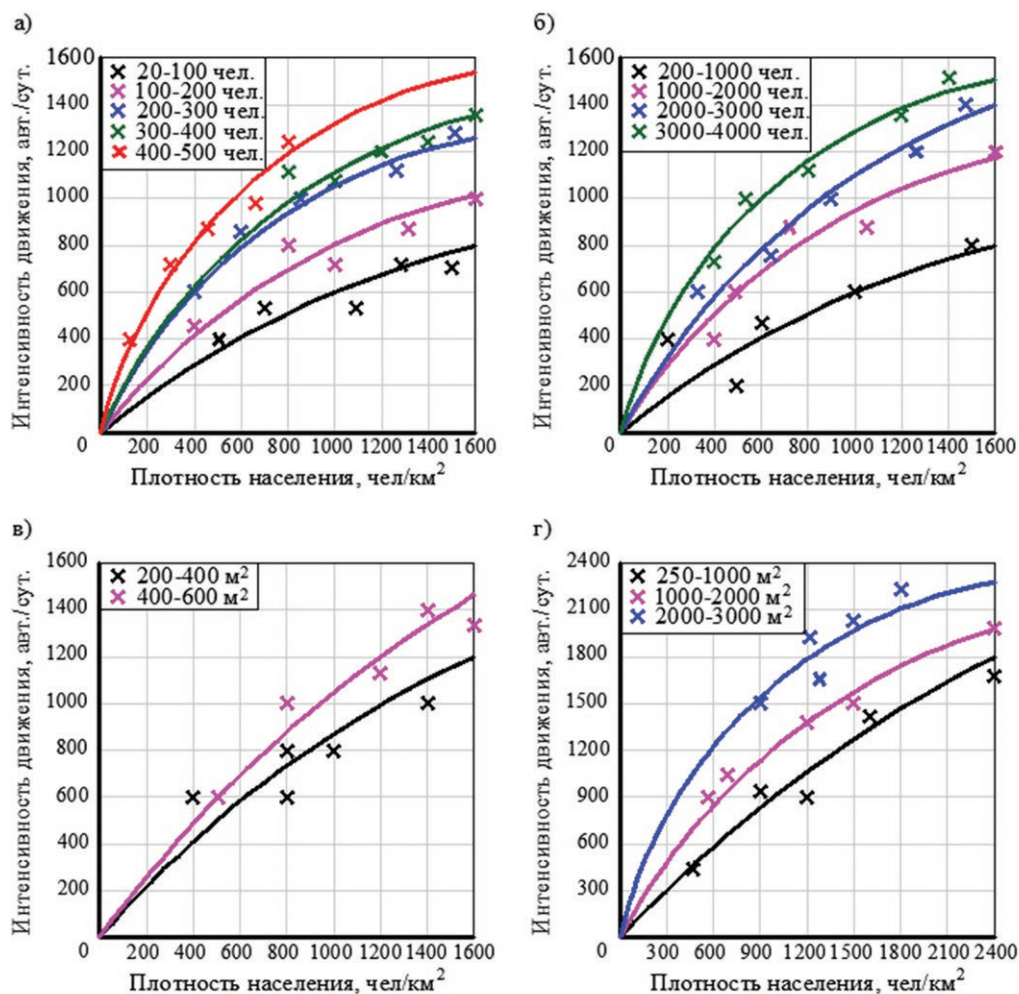


Рис. 2. Графики зависимости интенсивности движения от плотности населения

графики зависимости интенсивности движения от плотности населения с учетом их наличия (рис. 2):

- обучающих школьных (рис. 2а) и дошкольных (рис. 2б) учреждений в зависимости от их вместимости;
- предприятий сферы услуг (рис. 2в) и торговых зон (рис. 2г) в зависимости от площадных характеристик помещений.

Представленные графические зависимости были описаны математическими функциями с использованием MS Excel. Для математического описания применяли квадратичные функции, где

в качестве переменной величины принята плотность населения в районах функционального назначения. Разработанные уравнения с оценкой достоверности представлены в таблице 1.

Оценка точности разработанных зависимостей происходила по коэффициенту корреляции (таблица 1).

При расчете параметров транспортного потока был получен коэффициент корреляции не менее 0,85 (с предельным отклонением 15 % [9]), что характеризует доверительную репрезентативность результатов.

Таблица 1

Зависимость интенсивности движения от плотности населения для частных случаев

Критерий выбора		Зависимость	Коэффициент корреляции
Зависимость интенсивности от плотности населения			
–		$N = -0,00012\rho_{nc}^2 + 0,7163\rho_{nc}$	0,88
Зависимость интенсивности от плотности населения с наличием школьных общеобразовательных учреждений			
Вместимость	20–100 чел. (O_1)	$N^{O_1} = -0,0003\rho_{nc}^2 + 1,0475\rho_{nc}$	0,89
	100–200 чел. (O_2)	$N^{O_2} = -0,0003\rho_{nc}^2 + 1,1221\rho_{nc}$	0,94
	200–300 чел. (O_3)	$N^{O_3} = -0,0003\rho_{nc}^2 + 1,6407\rho_{nc}$	0,89
	300–400 чел. (O_4)	$N^{O_4} = -0,0007\rho_{nc}^2 + 1,8918\rho_{nc}$	0,85
	400–500 чел. (O_5)	$N^{O_5} = -0,0007\rho_{nc}^2 + 2,0774\rho_{nc}$	0,85
Зависимость интенсивности от плотности населения с наличием дошкольных учреждений			
Вместимость	200–1 000 чел. (O_6)	$N^{O_6} = -0,0002\rho_{nc}^2 + 0,9263\rho_{nc}$	0,88
	1 000–2 000 чел. (O_7)	$N^{O_7} = -0,0002\rho_{nc}^2 + 1,1091\rho_{nc}$	0,98
	2 000–3 000 чел. (O_8)	$N^{O_8} = -0,0002\rho_{nc}^2 + 1,1534\rho_{nc}$	0,92
	3 000–4 000 чел. (O_9)	$N^{O_9} = -0,0002\rho_{nc}^2 + 1,3128\rho_{nc}$	0,94
Зависимость интенсивности от плотности населения с наличием предприятий сферы услуг			
Площадь	200–400 м ² (K_1)	$N^{K_1} = -0,0004\rho_{nc}^2 + 1,3652\rho_{nc}$	0,98
	400–600 м ² (K_2)	$N^{K_2} = -0,0007\rho_{nc}^2 + 2,0329\rho_{nc}$	0,96
Зависимость интенсивности от плотности населения с наличием торговых зон			
Площадь	250–1000 м ² (K_3)	$N^{K_3} = -0,0010\rho_{nc}^2 + 3,0126\rho_{nc}$	0,91
	1000–2000 м ² (K_4)	$N^{K_4} = -0,0002\rho_{nc}^2 + 0,9398\rho_{nc}$	0,87
	2 000–3 000 м ² (K_5)	$N^{K_5} = -0,0002\rho_{nc}^2 + 1,1189\rho_{nc}$	0,95

Представленные формулы можно использовать для решения частных задач проектной градостроительной деятельности. Для систематизации значимых факторов было принято решение разработать многофакторную зависимость [10], в которую включены коэффициенты для определения интенсивности движения с учетом количества зданий и их назначения. Формализованная модель определения интенсивности на улицах с нерегулярным движением для дальнейшей разработки многофакторного уравнения представлена в формуле:

$$N_{\text{сут}} = f(\rho_{\text{нс}} (O^{1-9}, K^{1-5})),$$

где $N_{\text{сут}}$ – суточная интенсивность движения транспортного потока (авт./сут);

$\rho_{\text{нс}}$ – плотность городского населения (чел./м²);

O – коэффициент, учитывающий наличие и вместимость обучающихся школьных и дошкольных учреждений;

K – коэффициент, учитывающий наличие и площадь торговых зон.

В настоящее время проводится математическое планирование эксперимента по установлению количества коэффициентов, учитывающих наличие школьных и дошкольных учреждений и предприятий сферы услуг и общего вида функции.

Выводы

Таким образом, на данном этапе исследования получены частные зависимости интенсивности движения от плотности населения в доверительном интервале точности, которые уже сейчас можно применить в частных случаях для проектирования объектов городской транспортной инфраструктуры. Далее планируется расширение базы данных за счет распространения исследования на крупные и крупнейшие города Российской Федерации, ближнего и дальнего зарубежья, разработка программного обеспечения по определению интенсивности движения на улицах с нерегулярным транспортным спросом и его внедрение в деятельность субъектов дорожного хозяйства.

Библиографический список

1. Сильянов, В. В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения / В. В. Сильянов. – Москва : Транспорт, 1977. – 303 с. – Текст : непосредственный.
2. Дрю, Д. Р. Теория транспортных потоков и управление ими / Д. Р. Дрю ; пер. с англ. Е. Г. Коваленко, Г. Д. Шермана. – Москва : Транспорт, 1972. – 424 с. – Текст : непосредственный.
3. Тимоховец, В. Д. Совершенствование методов дистанционного мониторинга транспортных потоков для проектирования улично-дорожной сети крупных городов : специальность 05.23.11 «Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей» : диссертация на соискание степени кандидата технических наук / В. Д. Тимоховец; Тюменский индустриальный университет. – Тюмень, 2020. – 133 с. – Текст : непосредственный.
4. Хейт, Ф. Э. Математическая теория транспортных потоков / Ф. Э. Хейт ; пер. с англ. Е. Г. Коваленко. – Москва : Мир, 1966. – 286 с. – Текст : непосредственный.
5. Тестешев, А. А. Исследование транспортных потоков на улицах с нерегулярным движением методом дистанционного спутникового мониторинга / А. А. Тестешев, Т. Г. Микеладзе. – DOI 10.15593/24111678/2019.04.06. – Текст : непосредственный // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2019. – № 4. – С. 51–57.
6. Григорова, Т. М. Методы и практика прогнозирования расчетных характеристик автомобильных дорог / Т. М. Григорова, О. Ф. Дашенко. – Текст : непосредственный // Труды Одесского политехнического университета. – 2007. – № 1. – С. 51–56.
7. Хомяк, Я. В. Организация дорожного движения : учебник для вузов по специальности «Организация дорожного движения» и «Эксплуатация автомобильного транспорта». – Киев : Вища шк., 1986. – 270 с. – Текст : непосредственный.

-
8. Тестешев, А. А. Идентификация объектов городской инфраструктуры при дистанционном спутниковом зондировании транспортных потоков на улицах с нерегулярным движением / А. А. Тестешев, Т. Г. Бабиц. – DOI 10.31660/2782-232X-2021-4-60-66. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. – № 4 (98). – С. 60–66.
 9. Величина и сила коэффициента корреляции. – Текст : электронный // Математическая статистика для психологов : сайт. – URL: <https://statpsy.ru/correlation/velicina/> (дата обращения: 29.01.2021).
 10. Маркуц, В. М. Транспортные потоки автомобильных дорог и городских улиц : практические приложения / В. М. Маркуц. – Текст : электронный // GenDocs.ru : сайт. – URL: https://gendocs.ru/v36995/маркуц_в.м._транспортные_потоки_автомобильных_дорог_и_городских_улиц (дата обращения: 22.03.2022).

References

1. Sil'yanov, V. V. Teoriya transportnykh potokov v proektirovanii dorog i organizatsii dvizheniya. Moscow, Transport Publ., 303 p. (In Russian).
2. Drew, D. R. (1968). Traffic flow theory and control. New York, Publ. McGraw-Hill, 467 p. (In English).
3. Timokhovets, V. D. (2020). Sovershenstvovanie metodov distantsionnogo monitoringa transportnykh potokov dlya proektirovaniya ulichno-dorozhnoy seti krupnykh gorodov. Diss. ... kand. tekhn. nauk. Tyumen, 133 p. (In Russian).
4. Haight, F. A. (1963). Mathematical theories of traffic flow. New York, Publ. Academic Press, 254 p. (In English).
5. Testeshev, A. A., & Mikeladze, T. G. (2019). Investigation of traffic flows on the streets with irregular traffic by remote satellite monitoring. Transport. Transportnye sooruzheniya. Ekologiya, (4), pp. 51-57. DOI 10.15593/24111678/2019.04.06. (In Russian).
6. Grigorova, T. M., & Dashchenko, A. F. (2007). Methods and practice of predicting the estimated performance of automobile roads. Trudy Odesskogo politekhnicheskogo universiteta, (1), pp. 51-57. (In Russian).
7. Khomyak, Ya. V. (1986). Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya. Kiev, Vishcha shkola Publ., 270 p. (In Russian).
8. Testeshev, A. A., & Babich, T. G. (2021). Identification of urban infrastructure objects using the remote satellite sensing of traffic flows on streets with irregular traffic. Architecture, Construction, Transport, (4(98)), pp. 60-66. (In Russian). DOI 10.31660/2782-232X-2021-4-60-66.
9. Velichina i sila koeffitsienta korrelyatsii. (In Russian). Available at: <https://statpsy.ru/correlation/velicina/> (accessed 29.01.2021).
10. Markuts, V. M. (2008) Transportnye potoki avtomobil'nykh dorog i gorodskikh ulits: prakticheskie prilozheniya. (In Russian). Available at: https://gendocs.ru/v36995/маркуц_в.м._транспортные_потоки_автомобильных_дорог_и_городских_улиц (accessed 22.03.2022).

Сведения об авторах

Тестешев Александр Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры автомобильных дорог и аэродромов, Тюменский индустриальный университет, e-mail: testeshevaa@tyuiu.ru

Бабиц Татьяна Григорьевна, ассистент кафедры автомобильных дорог и аэродромов, Тюменский индустриальный университет, e-mail: babichtg@tyuiu.ru

Information about the authors

Alexander A. Testeshev, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Highways and Airfields, Industrial University of Tyumen, e-mail: testeshevaa@tyuiu.ru

Tatyana G. Babich, Assistant at the Department of Highways and Airfields, Industrial University of Tyumen, e-mail: babichtg@tyuiu.ru

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СНЕГОЗАЩИТНЫХ СИСТЕМ

С. А. Филимонов^{1,2}, К. Ю. Литвинцев²,
А. А. Дектерев^{1,2}, А. В. Минаков¹, В. Д. Мешкова¹,
Р. А. Шарафутдинов¹, Ю. Н. Захаринский¹

¹ Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

² Красноярский филиал Института теплофизики имени С. С. Кутателадзе
Сибирского отделения Российской академии наук, Красноярск, Россия

APPLICATION OF COMPUTER MODELING METHODS IN THE DESIGN OF SNOW PROTECTION SYSTEMS

Sergey A. Filimonov^{1,2}, Kirill Yu. Litvintsev²,
Aleksandr A. Dekterev^{1,2}, Andrey V. Minakov¹,
Victoria D. Meshkova¹, Ruslan A. Sharafutdinov¹, Yuri N. Zaharinskiy¹

¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

² Krasnoyarsk branch of Kutateladze Institute of Thermophysics of the Siberian Branch of the
Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russia

Аннотация. В статье рассматривается применение методов численного моделирования процессов переноса снеговетрового потока для определения мест расположения снегозащитных устройств. Численный алгоритм также включает в себя компьютерную обработку метеоданных и цифровую модель рельефа. На основании рассматриваемого подхода был выполнен анализ расстановки снегозадерживающих заборов вдоль участка дороги, заносимого снегом.

Ключевые слова: численное моделирование, снеговетровой поток, снегоперенос, снегозадерживающий забор, цифровая карта рельефа

Abstract. The article discusses the use of numerical modeling methods of snow-wind flow transfer processes to determine the locations of snow protection constructions. The numerical algorithm also includes computer processing of meteorological data and a digital model of topography. Based on this approach, an analysis of the placement of snow-retaining fences along a section of snow-covered road was made.

Key words: numerical modeling, snow-wind flow, snow transfer, snow-retaining fence, digital model of topography

Для цитирования: Применение методов компьютерного моделирования при проектировании снегозащитных систем / С. А. Филимонов, К. Ю. Литвинцев, А. А. Дектерев [и др.]. – DOI 10.31660/2782-232X-2022-3-46-55. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 3 (101). – С. 46–55.

For citation: Filimonov, S. A., Litvintsev, K. Yu., Dekterev, A. A., Minakov, A. V., Meshkova, V. D., Sharafutdinov, R. A., & Zaharinskiy, Yu. N. (2022). Application of computer modeling methods in the design of snow protection systems. Architecture, Construction, Transport, (3(101)), pp. 46-55. (In Russian). DOI 10.31660/2782-232X-2022-3-46-55.

Введение

Значительная часть территории России расположена в области Крайнего Севера и на территориях, приравненных к нему. Развитие данных территорий имеет большой экономический потенциал. Однако из-за сложных климатических условий требует больших вложений. Для раскрытия экономического и стратегического потенциала северных территорий в России уже начали реализовывать долгосрочные программы, утвержденные в 2021 году, например, программу социально-экономического развития Арктической зоны и комплексный план социально-экономического развития муниципального образования г. Норильск, являющегося крупнейшим промышленным агломератом за Северным полярным кругом.

При развитии северной инфраструктуры необходимо решать множество проблем, и одной из них, помимо низких температур и вечной мерзлоты, является формирование снежных заносов. Заметание снегом дорог, зданий и других объектов инфраструктуры приводит к существенному ухудшению уровня жизни населения

и большим экономическим потерям. На текущий момент одним из основных методов снегоборьбы является уборка снега, которая финансово затратна и требует временного снижения или перекрытия трафика.

Мировой и российский опыт снегоборьбы с метелевыми заносами показывает, что более эффективной мерой является организация дополнительных снегозащитных мероприятий с использованием снегозадерживающих или снегопередающих устройств, снегозащитных лесных полос [1]. Снегозадерживающие устройства, а также лесные полосы должны обеспечивать осаждение снега из метелевого потока до объекта защиты, тогда как снегопередающие устройства за счет повышенной приземной скорости переносят снег через защищаемый участок, как правило, дороги и формируют снежный вал уже за ним.

На текущий момент разработка снегозащитных мероприятий при эксплуатации дорог основывается на ведомственных строительных нормах 1988 года¹ или производных от них современных отраслевых стандартах².

¹ Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог : ВСН 24-88 : издание официальное : утверждены Минавтодором РСФСР 29 июня 1988 г. : введен впервые : дата введения 01.01.1989 / разработан Гипродорнии Минавтодора РСФСР. – Москва : Транспорт, 1989. – Текст : непосредственный.

² Рекомендации по проектированию и применению снегозадерживающих устройств на автомобильных дорогах Государственной компании «Автодор» : СТО АВТОДОР 2.23-2015 : внесен Департаментом проектирования, технической политики и инновационных технологий Государственной компании «Автодор» : утвержден и введен в действие приказом Государственной компании «Российские автомобильные дороги» от 19 ноября 2015 г. № 260. – Текст : электронный // Государственная компания «Автодор» : сайт. – URL: https://russianhighways.ru/upload/iblock/64e/STO_AVTODOR_2_23_2015_Prikaz_260_19_11_2015.pdf (дата обращения: 15.06.2022).

Приведенные в них методики опираются на полуэмпирические модели, которые основаны на обобщенных данных проводимых до 1980-х годов исследований механизмов снегопереноса и методов снегоборьбы, и не позволяют полноценно учитывать локальные особенности рельефа, наличие искусственных препятствий и оценивать динамику осадения снега. Однако современные методы вычислительной гидродинамики и обработки цифровых данных уже позволяют оценивать эффективность снегозащитных мероприятий для конкретных условий на этапе проектирования.

Объект и методы исследования

Математическая модель, описывающая поведение снеговетрового потока

Коллективом авторов разработан инструмент, предназначенный для оценки эффективности снегозадерживающих заборов при проектировании снегозащитных мероприятий, который продолжает совершенствоваться. В его основе лежит математическая модель переноса снеговетрового потока, основанная на решении осредненных по Рейнольдсу нестационарных уравнений Навье-Стокса [2]. Для моделирования переноса снежных частиц реализована диффузионно-инерционная модель движения малоинерционных частиц [3–5]. При расчете осадения/уноса снега используется предположение равновесности слоя сальтации [6] и не учитывается деформация снежного покрова. Реализация численных моделей основана на современных методах вычислительной гидродинамики несжимаемой жидкости: методе контрольного объема для пространственных неструктурированных сеток [7] и SIMPLE-подобном алгоритме [8], предназначенном для связывания полей скорости и давления. Для моделирования турбулентных характеристик используется двухпараметрическая k - ω SST модель вихревой вязкости, позволяющая разрешать пограничные турбулентные слои [9]. Начальное и граничное распределение скорости, температуры и энергии турбулентных пульсаций задаются по условию нейтральной атмосферы. Описанные выше математические

модели были реализованы на базе программного комплекса SigmaFlow, предназначенного для моделирования широкого спектра задач гидродинамики [5, 10–12].

Разработанный инструмент позволяет выполнять исследования по оценке мест образования снежных отложений за естественными и искусственными препятствиями. Результаты этих исследований могут быть применены на практике при проектировании снегозащитных мероприятий.

Далее в статье приведен пример такого исследования, направленного на оценку эффективности расположения снегозадерживающих заборов, размещенных вдоль автомобильной дороги на участке с неблагоприятным снегоприносом. Стоит отметить, что при рассматриваемых размерах расчетной области прямое сеточное разрешение снегозадерживающих устройств нецелесообразно. Моделирование заборов осуществлялось путем добавления в уравнение сохранения импульса силы, имитирующей гидродинамическое сопротивление, которое возникает при обтекании забора. Величина данного сопротивления рассчитывается на основе численного моделирования обтекания отдельного забора с сеточным разрешением его геометрии.

Использование методов компьютерного анализа для выбора схемы расположения заборов

Рассматриваемый в работе подход к проведению снегозащитных мероприятий предполагает корректировку выработанных общих методических рекомендаций на основании результатов, полученных с помощью современных методов компьютерного анализа и численного моделирования снеговетрового потока.

Алгоритм выбора места и ориентации снегозадерживающих заборов основан на наложении на одну карту областей с оптимальным расположением снегозащитных устройств и областей, в которых расположение заборов либо невозможно, либо нежелательно. Затем задается предполагаемый вариант расположения заборов, путем численного моделирования определяется зона формирования снежного заноса возле них. Ближайшее расположение заборов к дороге приведет к

осаждению снега непосредственно на дорожную часть, а удаленное может привести к снижению эффективности работы снегозащитного устройства, поэтому оптимальное расстояние от дороги до ближайшего снегозадерживающего устройства целесообразно в диапазоне $20H \leq L \leq 30H$ (H – высота забора) в зависимости от рельефа [1, 13]. Ориентация забора определяется направлением господствующего снеготранспорта, и, если направление ветра образует с нормалью дороги угол α более $30-35^\circ$, необходимо расположение косых заборов, перпендикулярных направлению ветра. Области, в которых расположение заборов невозможно или нежелательно, это, в первую очередь, зоны с природными (реками, оврагами и т.п.) и искусственными (зданиями, сооружениями, линиями электропередач и т.д.) препятствиями, затем зоны, в которых происходит естественное осаждение снега и слишком большой уклон рельефа (при уклоне рельефа больше 15° расстановка заборов допускается, но на данных участках рельеф начинает искажать форму снежных отложений [13]).

Для получения количественных значений объемов снеготранспорта и снеготранспорта производят обработку данных метеостанций по

методике, описанной в ОДМ 218.2.045-2014³. В результате удается выделить господствующее направление метелевого ветра, относительно которого и происходит расстановка заборов. Оценка образования областей естественных снежных отложений основывается не только на моделировании снеготранспорта при господствующем ветре, но и с учетом возможности снеготранспорта с других направлений (в данном случае трех, под углами 90° , 120° и 270° относительно господствующего направления) с соответствующим весом каждого направления.

Анализ ограничений, связанных с рельефом и наличием объектов инфраструктуры, проводится с привлечением ГИС-сервисов (Яндекс.Карты, OpenStreetMap и т.д.). Для этого необходимо иметь цифровую карту местности (карту высот) с привязкой к глобальной (мировой) системе координат. На основе полученной карты высот производится выделение расчетной области и, далее, построение трехмерной гексагональной расчетной сетки (рис. 1). Расчетная область – это параллелепипед, направленный вдоль господствующего направления ветра, нижняя грань которого повторяет рельеф местности. На входной грани параллелепипеда задается ветровой

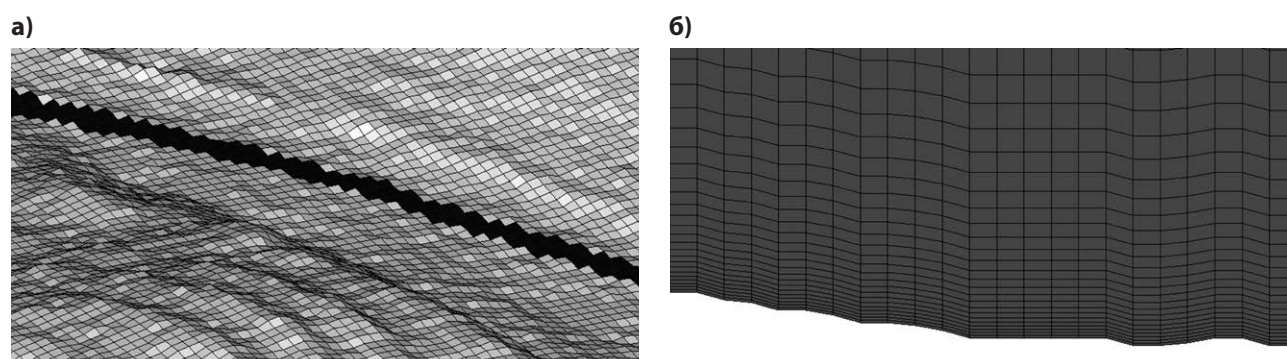


Рис. 1. Расчетная сетка вблизи поверхности:
а) на границе расчетной области; б) в вертикальном сечении

³ Рекомендации по проектированию лесных снегозадерживающих насаждений вдоль автомобильных дорог : ОДМ 218.2.045-2014 : внесен Управлением эксплуатации автомобильных дорог и Управлением проектирования и строительства автомобильных дорог Федерального дорожного агентства : издан на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 24.12.2014 г. № 2629-р. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200116386> (дата обращения: 15.07.2022).

поток, на выходной – условия свободного массового расхода. На боковых и верхней гранях задаются условия симметрии. Оценка эффективности расположения заборов осуществляется по анализу изменения интенсивности осаднения снега и формирования зон снежных отложений по сравнению с текущей ситуацией.

Результаты

Представленный подход к выбору расположения заборов на основе компьютерного анализа применялся для существующего участка дороги на Крайнем Севере (рис. 2). Анализ метеорологических условий исследуемого участка показал, что господствующее направление снегопереноса составляет 150° по азимуту, а его величина может достигать $200 \text{ м}^3/\text{м}$. При этом направление метелевых ветров носит достаточно устойчивый характер: в угловом интервале $120\text{--}180^\circ$ переносится более 90 % снега.

Рельеф местности, расположение защищаемой дороги и других объектов инфраструктуры представлены на рис. 2а. Находящиеся с наветренной стороны объекты инфраструктуры приводят к ограничению мест установки заборов, в частности, невозможности установки многоряд-

ных заборов. Для количественной оценки изменения высоты рельефа относительно дороги вдоль господствующего направления снегопереноса проводилась компьютерная обработка карты высот, результат которой представлен на рис. 2б. Данная карта наряду с картой распределения угла нормали поверхности позволяет проводить анализ рельефа местности. В рассматриваемом случае наибольшее влияние на расстановку заборов оказывает разветвленная ложбина, являющаяся руслом ручья, которая прилегает непосредственно к дороге. Также стоит отметить наличие с наветренной стороны железной дороги и здания, что является искусственным ограничением на возможные места расположения снегозащитных устройств.

Для рассматриваемого участка было выполнено несколько вариантов расчетов снегопереноса. В каждом варианте расчетные области представляли собой прямоугольный параллелепипед размером $4,5 \times 4,5 \times 1 \text{ км}$ (пунктирная линия на рис. 3), которые разбивались примерно на 16 млн ячеек. Первые четыре варианта расчета использовались для определения мест естественного суммарного осаднения снега без заборов с учетом различных направлений ветра:

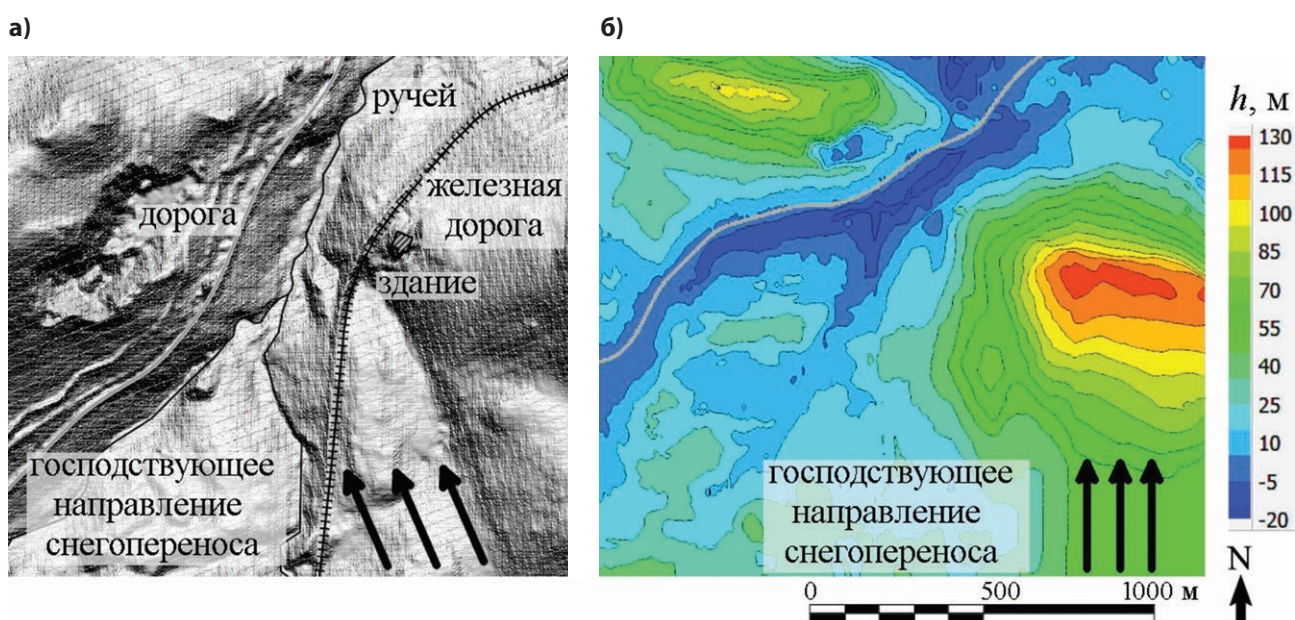


Рис. 2. Выбранный для исследования участок дороги:
а) рельеф местности с инфраструктурой; б) поле высот относительно дороги, м

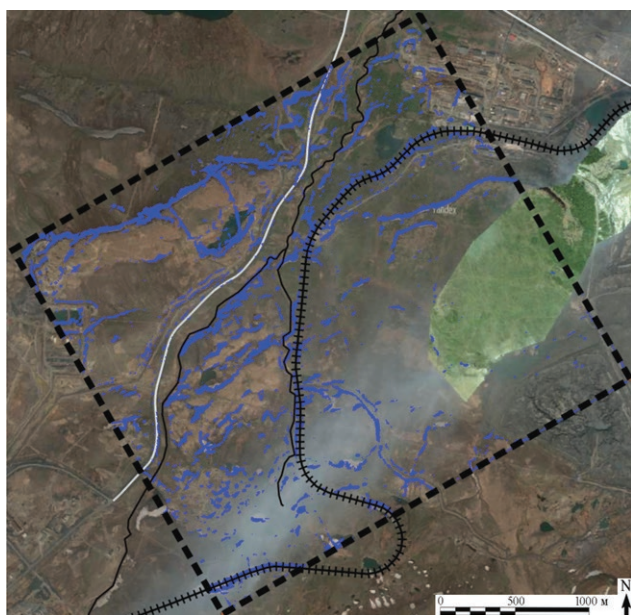


Рис. 3. Расчетная область и места образования естественных снежных отложений

60°, 150°, 240°, 330° по азимуту (области, закрашенные синим цветом, – рис. 3).

В остальных двух расчетных вариантах рассматривались возможные варианты расстановки заборов. Исследования были выполнены для заборов высотой 6 метров с просветностью 50 %. Выбор мест расположения заборов производился на основе анализа: расстояния до дороги вдоль господствующего направления снегопереноса (рис. 4а); естественных снежных отложений (рис. 4б); угловой карты рельефа (рис. 4в); карты относительных высот (рис. 2). Как видно, заборы располагаются вне оптимальных расстояний до дороги (рис. 4а), так как там находится ложбина, и установка заборов в ней приведет к их заносу (рис. 4б). Кроме рельефа (белый цвет заливки областей), осадению метелевого снега способствуют и объекты инфраструктуры, такие как железная дорога (красный цвет) и здание (зеленый цвет), что также накладывает ограничения на возможные места установки заборов (рис. 4б). Что касается угловой карты рельефа, можно отметить, что рельеф рассматриваемого участка является достаточно пологим, за исключением небольшой области, примыкающей к восточной части участка дороги (рис. 4в).

На рис. 5 представлено поле скорости в сечении вдоль потока в области забора. Видно резкое торможение потока о забор и более плавное на спуске рельефа. Сочетание этих факторов уже на этом этапе позволяет оценить области с пониженной скоростью (например, области со скоростью менее 2 м/с показаны синим цветом), где потенциально может происходить осаждение снега. Однако для более точного результата снеговые частицы моделируются в виде дисперсной фазы,

а)



б)



в)

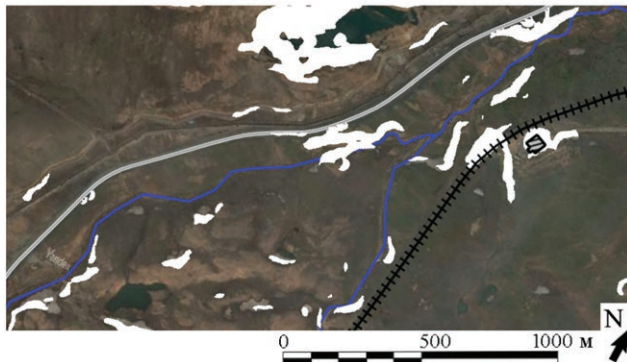


Рис. 4. Выбор мест расположения заборов относительно: а) расстояния до дороги (черными линиями показано расстояние в 10, 20, 30 и 40 высот забора); б) естественных суммарных снежных отложений; в) областей, в которых угол наклона поверхности земли к горизонту более 15°

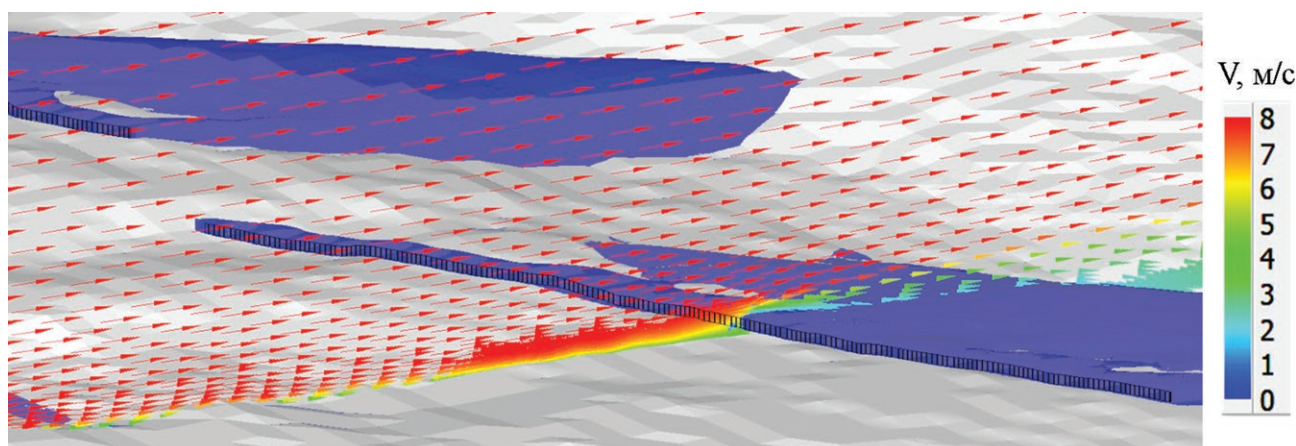


Рис. 5. Обтекание снегозадерживающих заборов.
Векторное поле скорости, м/с. Изоповерхность магнитуды скорости 2 м/с

и можно непосредственно посчитать их поток на поверхность земли, что и показано на рис. 6.

На рис. 6 представлены области снежных отложений для двух вариантов расстановки снегозадерживающих заборов (снежные отложения, формирующиеся непосредственно возле заборов, выделены синим). В первом варианте снегозащитная система состоит из семи заборов (рис. 6а), которые располагаются максимально близко к дороге, по возможности параллельно ей, из-за чего происходит близкое к максимально допустимому отклонение ориентации заборов от направления ветра ($\alpha \sim 30^\circ$).

Часть заборов расположена вблизи локальных вершин местности, и за ними имеется ложбина, в которой наблюдается существенное увеличение области с пониженной скоростью, что приводит к повышению осаднения снежных масс за ними. При этом короткие заборы замедляют поток ветра и собирают снег менее эффективно. Величина угла α также влияет на снегоперенос и приводит к формированию неоднородности области осаднения с подветренной стороны заборов (рис. 6а).

На рис. 6б показана вторая схема размещения заборов, основные отличия от предыдущего варианта – уменьшение числа заборов путем их укрупнения, а также, по возможности, уменьшение угла α . В данном варианте они находятся дальше от оптимальных зон размещения относительно дороги. При новой расстановке также проводился анализ рельефа и зон естественного

осаждения снега, из-за которых пришлось сдвигать заборы после их укрупнения дальше от дороги. В итоге снегозащитная система состоит из трех заборов, которые располагаются насколько возможно близко к дороге: первый забор (самый протяженный) – перпендикулярно направлению ветра, второй из-за рельефа и инфраструктурных ограничений – под углом $\alpha \sim 30^\circ$, третий по тем же причинам имеет угол $\alpha \sim 20^\circ$. Как видно, первый забор имеет более равномерную область осаднения с подветренной стороны, но при этом и меньшую максимальную протяженность по сравнению с тремя заборами предыдущего варианта, расположенными в той же области. Расположение срединного забора не изменялось. Крайний правый забор в целом показывает себя лучше, чем набор трех заборов в предыдущем варианте (рис. 6).

Обсуждение

Представленные результаты показывают, что использование комплексного компьютерного анализа, включающего в себя: численное моделирование переноса снеговетрового потока, обработку данных ГИС для построения дополнительных полей геометрических характеристик рельефа относительно объекта защиты и расчетной области, инструменты визуального анализа, – дает возможность усовершенствовать существующие методики построения снегозащитных систем.

В целом, применение методов компьютерного моделирования при проектировании сне-

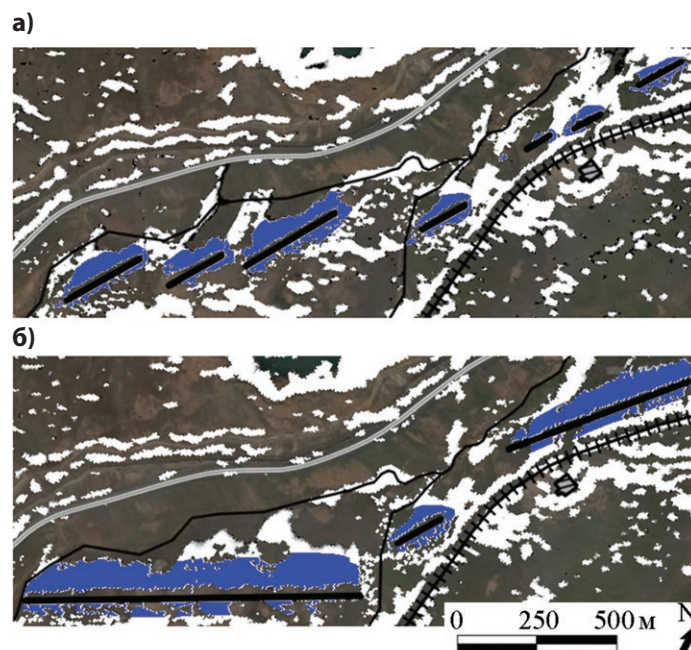


Рис. 6. Формирование снежных отложений на исследуемом участке.
Схемы размещения заборов

гозащитных систем позволяет качественно и количественно оценить результаты вариантов расположения снегозащитных устройств относительно объектов защиты с учетом различных природных и искусственных ограничений.

Выводы

Разработана математическая модель, описывающая поведение снеговетрового потока, которая позволяет прогнозировать места накопления снежных отложений. Данная модель была

реализована в виде программного инструмента для численных исследований по оценке мест образования снежных отложений за естественными и искусственными препятствиями. Основным текущим недостатком предложенного подхода является то, что рассматриваемая математическая модель позволяет только определять области осадения снега, но при этом не учитывает его накопление и деформацию поверхности снежного покрова. Этот недостаток будет исправлен в дальнейших исследованиях.

Библиографический список

1. Зимнее содержание автомобильных дорог / Г. В. Бялобжеский, А. К. Дюнин, Л. Н. Плакса [и др.]; под ред. Дюнина А. К. – 2-е изд., перераб. и доп. – Текст : непосредственный. – Москва : Транспорт, 1983. – 197 с.
2. The influence of landscape and urban development on modeling of transport of pollutants in Krasnoyarsk city / S. A. Filimonov, A. A. Dekterev, A. A. Gavrilov [et al.]. – DOI 10.1088/1742-6596/2057/1/012134. – Текст : непосредственный // Journal of Physics: Conference Series. – Sevastopol, 2021. – P. 012134.
3. Волков, Э. П. Моделирование горения твердого топлива / Э. П. Волков, Л. И. Зайчик, В. А. Першуков. – Текст : непосредственный. – Москва : Наука, 1994. – 320 с.
4. A diffusion-inertia model for predicting dispersion and deposition of low-inertia particles in turbulent flows / L. I. Zaichik, N. I. Drobyshevsky, A. S. Filippov [et al.] – DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2009.09.044. – Текст : непосредственный // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2010. – Vol. 53. – № 1–3. – P. 154–162.

5. Гаврилов, А. А. Одножидкостная модель смеси для ламинарных течений высококонцентрированных суспензий / А. А. Гаврилов, А. В. Шебелев. – DOI 10.7868/S0568528118020081. – Текст : непосредственный // Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа. – 2018. – № 2. – С. 84–98.
6. A finite volume blowing snow model for use with variable resolution meshes / C. B. Marsh, J. W. Pomeroy, H. S. Wheeler, R. J. Spiteri. – DOI 10.1029/2019WR025307. – Текст : непосредственный // Water Resources Research. – 2020. – Vol. 56. – № 2.
7. Ferziger, J. H. Computational methods for fluid dynamics / J. H. Ferziger, M. Peric. – Текст : непосредственный. – Berlin et al. : Springer, 2002. – 423 p.
8. Patankar, S. Numerical heat transfer and fluid flow / S. Patankar. – Boca Raton : CRC Press, 1980. – 214 p. – DOI 10.1201/9781482234213. – Текст : непосредственный.
9. Menter, F. Zonal two equation k- ω turbulence models for aerodynamic flows / F. Menter. – DOI 10.2514/6.1993-2906. – Текст : непосредственный // 24th Fluid Dynamics Conference. – Orlando, Florida : American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1993.
10. Дектерев, А. А. Современные возможности CFD кода SIGMAFLOW для решения теплофизических задач / А. А. Дектерев, А. А. Гаврилов, А. В. Минаков. – Текст : непосредственный // Современная наука: исследования, идеи, результаты, технологии. – 2010. – № 2(4). – С. 117–122.
11. Свободно распространяемый программный комплекс SIGMA_FW для моделирования гидродинамики и теплообмена / А. А. Дектерев, К. Ю. Литвинцев, А. А. Гаврилов [и др.] – Текст : непосредственный // Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии. – 2017. – Т. 10. – № 4. – С. 534–542.
12. SigmaFlow CFD code as a tool for predicting the wind environment around a group of buildings / V. D. Meshkova, A. A. Dekterev, A. A. Gavrilov, K. Yu. Litvintsev. – DOI 10.1088/1742-6596/1675/1/012119. – Текст : непосредственный // Journal of Physics: Conference Series. – Yalta, Crimea, 2020. – P. 012119.
13. Tabler, R. D. Controlling blowing and drifting snow with snow fences and road design : Final Report / R. D. Tabler. – Текст : непосредственный. – Niwot, Colorado, 2003. – 345 p.

References

1. Byalobzheskiy, G. V., Dyunin, A. K., Plaksa, L. N., Rudakov, L. M., & Utkin, B. V. (1983). Zimnee soderzhanie avtomobil'nykh dorog. 2nd edition, revised. In A. K. Dyunin (ed.). Moscow, Transport Publ., 197 p. (In Russian).
2. Filimonov, S. A., Dekterev, A. A., Gavrilov, A. A., Litvintsev, K. Yu., Shebelev, S. V., & Meshkova, V. D. (2021). The influence of landscape and urban development on modeling of transport of pollutants in Krasnoyarsk city. Journal of Physics: Conference Series, p. 012134. (In English). DOI 10.1088/1742-6596/2057/1/012134.
3. Volkov, E. P., Zaichik, L. I., & Pershukov, V. A. (1994). Modelirovanie goreniya tverdogo topliva. Moscow, Nauka Publ., 320 p. (In Russian).
4. Zaichik, L. I., Drobyshevsky, N. I., Filippov, A. S., Mukin, R. V., & Strizhov, V. F. (2010). A diffusion-inertia model for predicting dispersion and deposition of low-inertia particles in turbulent flows. International Journal of Heat and Mass Transfer, 53(1-3), pp. 154-162. DOI 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2009.09.044.
5. Gavrilov, A. A., & Shebelev, A. V. (2018). Single-fluid model of a mixture for laminar flows of highly concentrated suspensions. Fluid Dynamics, 53(2), pp. 255-269. (In English). DOI 10.1134/S0015462818020064.
6. Marsh, C. B., Pomeroy, J. W., Wheeler, H. S., & Spiteri, R. J. (2020). A finite volume blowing snow model for use with variable resolution meshes. Water Resources Research, 56(2). (In English). DOI 10.1029/2019WR025307.

-
7. Ferziger, J. H., & Peric, M. (2002). Computational methods for fluid dynamics. 3rd edition, revised. Berlin, Heidelberg, New York, Barcelona, Hong Kong, London, Milan, Paris, Tokyo, Publ. Springer, 423 p. (In English).
 8. Patankar, S. (1980). Numerical heat transfer and fluid flow. Boca Raton, Publ. CRC Press, 214 p. (In English). DOI 10.1201/9781482234213.
 9. Menter, F. (1993). Zonal two equation k- ω turbulence models for aerodynamic flows. 24th Fluid Dynamics Conference. (In English). DOI 10.2514/6.1993-2906.
 10. Dekterev, A. A., Gavrilov, A. A., & Minakov, A. V. (2010). New features of SIGMAFLOW code for thermophysics problem solving. *Sovremennaya nauka: issledovaniya, idei, rezul'taty, tekhnologii*, (4(2)), pp. 117-122. (In Russian).
 11. Dekterev, A. A., Litvintsev, K. Yu., Gavrilov, A. A., Kharlamova, E. B., & Filimonov, S. A. (2017). Free Software Package SIGMA_FW for Numerical Simulation of Hydrodynamics and Heat Transfer. *Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies*, 10(4), pp. 534-542. (In Russian).
 12. Meshkova, V. D., Dekterev, A. A., Gavrilov, A. A., & Litvintsev, K. Yu. (2020). SigmaFlow CFD code as a tool for predicting the wind environment around a group of buildings. *Journal of Physics: Conference Series*, p. 012119. (In English). DOI 10.1088/1742-6596/1675/1/012119.
 13. Tabler, R. D. (2003). Controlling blowing and drifting snow with snow fences and road design. Final Report. Niwot, Colorado, 345 p. (In English).

Сведения об авторах

Филимонов Сергей Анатольевич, канд. техн. наук, научный сотрудник Красноярского филиала ИТ СО РАН, e-mail: bdk@inbox.ru

Литвинцев Кирилл Юрьевич, канд. физ.-мат. наук, научный сотрудник Красноярского филиала ИТ СО РАН, e-mail: sttupick@yandex.ru

Дектерев Александр Анатольевич, канд. техн. наук, руководитель Красноярского филиала ИТ СО РАН, e-mail: dekterev@mail.ru

Минаков Андрей Викторович, д-р физ.-мат. наук, доцент, директор Института инженерной физики и радиоэлектроники, Сибирский федеральный университет, e-mail: AMinakov@sfu-kras.ru

Мешкова Виктория Дмитриевна, аспирант, Сибирский федеральный университет, e-mail: redel-vd@yandex.ru

Шарафутдинов Руслан Аглямович, канд. геогр. наук, директор Института экологии и географии Сибирского федерального университета, e-mail: rsharafutdinov@sfu-kras.ru

Захаринский Юрий Николаевич, канд. экон. наук, старший научный сотрудник, Сибирский федеральный университет, e-mail: y.zakharinskiy@gmail.com

Information about the authors

Sergey A. Filimonov, Candidate of Engineering, Researcher at the Krasnoyarsk branch of IT SB RAS, e-mail: bdk@inbox.ru

Kirill Yu. Litvintsev, Candidate of Physics and Mathematics, Researcher at the Krasnoyarsk branch of IT SB RAS, e-mail: sttupick@yandex.ru

Aleksandr A. Dekterev, Candidate of Engineering, Head of the Krasnoyarsk branch of IT SB RAS, e-mail: dekterev@mail.ru

Andrey V. Minakov, Doctor of Physics and Mathematics, Director of the Institute of Engineering Physics and Radioelectronics, Siberian Federal University, e-mail: AMinakov@sfu-kras.ru

Victoria D. Meshkova, Postgraduate Student at Siberian Federal University, e-mail: redel-vd@yandex.ru

Ruslan A. Sharafutdinov, Candidate of Geography, Director of the Institute of Ecology and Geography at Siberian Federal University, e-mail: rsharafutdinov@sfu-kras.ru

Yuri N. Zakharinskiy, Candidate of Economics, Senior Researcher at Siberian Federal University, e-mail: y.zakharinskiy@gmail.com

ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГОРОДСКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ВВЕДЕНИИ ПЛАТЫ С ВЛАДЕЛЬЦЕВ АВТОМОБИЛЕЙ ЗА ПОЛЬЗОВАНИЕ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТЬЮ

Д. А. Захаров, П. В. Евтин

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

CHANGING THE PARAMETERS OF THE URBAN TRANSPORT SYSTEM WITH THE INTRODUCTION OF A FEE FROM CAR OWNERS FOR THE USE OF THE ROAD NETWORK

Dmitrii A. Zakharov, Pavel V. Evtin

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы изменения городской мобильности населения в случае введения платы с владельцев автомобилей за движение по городским автомобильным дорогам. Разработана математическая модель влияния стоимости проезда по 1 км автодороги на количество и долю передвижений по видам транспорта и способам передвижения. Проведен анализ изменения структуры подвижности населения и рассчитанных с применением имитационной макромодели города Тюмени в программе PTV VISUM параметров дорожного движения для утреннего времени суток. При введении платы за проезд по улично-дорожной сети города с тарифом 30 руб. за 1 км доля передвижений на легковых автомобилях снижается с 40 до 16 %.

Abstract. The article deals with the issues of changing the urban mobility in the case of the introduction of toll for car owners on urban roads. A mathematical model of the influence of the cost of the 1 km road travel on the number and share of movements by transport types and movement modes has been developed. The analysis of changes in the structure of population mobility and traffic parameters for the morning time, calculated using a simulation macromodel of Tyumen in the program PTV VISUM is given. With the introduction of tolls on the city road network with a tariff of 30 rubles per 1 km the share of movements by passenger cars is reduced from 40 to 16 %.

Ключевые слова: транспортное моделирование, макроскопическая модель, структура подвижности населения, легковой автомобиль, общественный и велотранспорт, пешеходное движение, время в пути

Key words: transport modeling, macroscopic model, structure of population mobility, passenger car, public and bicycle transport, pedestrian traffic, travel time

Для цитирования: Захаров, Д. А. Изменение параметров городской транспортной системы при введении платы с владельцев автомобилей за пользование улично-дорожной сетью / Д. А. Захаров, П. В. Евтин. – DOI 10.31660/2782-232X-2022-3-56-64. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 3 (101). – С. 56–64.

For citation: Zakharov, D. A., & Evtin, P. V. (2022). Changing the parameters of the urban transport system with the introduction of a fee from car owners for the use of the road network. Architecture, Construction, Transport, (3(101)), pp. 56-64. (In Russian). DOI 10.31660/2782-232X-2022-3-56-64.

Введение

В последние десятилетия в России идет активная урбанизация территорий и увеличивается доля жителей в крупных и крупнейших городах. Данный процесс сопровождается автомобилизацией городов [1, 2]. Для обеспечения качества транспортного обслуживания жителей Минтранс России взял курс на обеспечение приоритетного проезда общественного транспорта [3]. В рамках национального проекта «Безопасные и качественные дороги» регионам предоставляется софинансирование на замену подвижного состава, в том числе на приобретение электротранспорта (троллейбусов, трамваев), развитие интеллектуальных транспортных систем. Параллельно в городах реализуются мероприятия по демотивации использования личных автомобилей (введение платных парковок, уменьшение количества парковочных мест в центральной части и т. д.) [4]. Однако данные шаги не привели к существенному изменению структуры подвижности населения. По-прежнему в часы пик в городах образуются транспортные заторы, которые ведут к экономическим затратам, потере времени людьми и ухудшению экологической обстановки.

Вопросам повышения качества транспортного обслуживания населения в российских городах посвящено большое количество работ [5, 6]. Отдельные исследования проводились и для Тюмени [7].

По данным СМИ, в 2020 году Минтранс России анонсировал возможность введения в городах бесплатного проезда в общественном транспорте и платы за пользование городскими автомобильными дорогами [8]. Информация получила широкий отклик среди жителей. При этом представители ведомства не приводили никаких прогнозов о возможных изменениях, эффектах и тарифах. Через 1,5 года было объявлено о прекращении проработки данного вопроса. Однако, по мнению экспертов, например, М. Я. Блинкина, в долгосрочной перспективе реализация данного подхода в обеспечении транспортного обслуживания населения городов является возможной и необходимой.

Введение платы за проезд по автомобильным дорогам позволяет разработать механизм воздействия оператора платной автодороги на интенсивность движения автомобилей. Одним из способов влияния являются дифференцированные по времени тарифы. Повышая тариф в час пик, можно снижать транспортный спрос на передвижение на личном транспорте, а снижая его в межпиковое время, делать более доступным движение на личных автомобилях [9].

Исследования по созданию платных дорог показали [10], что автовладельцы готовы платить в 2,6 раза меньше, чем требуется для полной окупаемости проекта, при этом строительство новой платной дороги – альтернативы существу-

ющим маршрутам движения с большими транспортными заторами – считают необходимым 98 % опрошенных респондентов.

В работе О. В. Львовой [11] рассмотрен вопрос строительства путепровода через железную дорогу в г. Рязани и платной городской автомобильной дороги, которые являются новым въездом в центральную часть города. Данный маршрут позволяет сэкономить время при передвижении, на основе этого построена функциональная зависимость выручки от стоимости перемещения по платной автодороге, которая описывается полиномом второй степени. Зависимость установлена с применением имитационного моделирования в программе PTV Visum. Наибольшая выручка отмечается при стоимости проезда 13-14 рублей с одного автомобиля.

Объект и методы исследования

Влияние стоимости проезда на общественном транспорте и введение бесплатного проезда были рассмотрены в работе [12]. Целью данного исследования является оценка изменения параметров городской транспортной системы при введении платы с владельцев легковых автомобилей за проезд по городским автомобильным дорогам.

Гипотеза исследования – введение платы с владельцев автомобилей за пользование улично-дорожной сетью ведет к уменьшению доли передвижений по городу на личном транспорте и увеличению доли передвижений другими видами транспорта и способами.

Объектом исследования является городская транспортная система Тюмени. Предметом – структура передвижений по городу различными способами и видами транспорта при различных затратах на движение автомобилей по городским автодорогам.

Исследования проводились с применением математического и имитационного моделирования.

Экспериментальная часть и результаты

Математическую модель количества передвижений по видам транспорта в общем виде предлагается описывать уравнением

$$N_i = a \cdot e^{b \cdot S}, \quad (1)$$

где N_i – количество передвижений i -м видом транспорта/способом, ед.,

S – стоимость проезда по 1 км городской автодороги, руб./1 км,

a, b – параметры математической модели, $b < 0$ для общественного транспорта и общего количества передвижений, $b > 0$ для индивидуальных легковых автомобилей.

Для проверки гипотез и определения параметров математических моделей (формулы 1 и 2) проведено имитационное моделирование и создана макроскопическая модель в программе PTV VISUM. Выбор метода исследования обусловлен тем, что изучить влияние стоимости проезда в реальных условиях невозможно по социальным и технологическим причинам. Для изучения таких сложных и больших систем, как транспортная система города, применяется моделирование, проводится построение модели системы, изучаются ее отдельные свойства.

Применение макроскопических транспортных моделей позволяет выполнять прогнозирование транспортного спроса и его перераспределение по видам транспорта [13], а также определять параметры функционирования городской транспортной системы в целом по городу, в каждом узле, отрезке и по отдельным маршрутам движения.

Применение макромоделирования получило широкое распространение в мире и в нашей стране [14, 15]. В данных работах рассматриваются различные мероприятия и варианты развития городских транспортных систем, направленные как на совершенствование транспортного предложения, так и на корректировку транспортного спроса.

При моделировании учитывались экономические параметры средней (55 тыс. руб.) и medianной (30 тыс. руб.) заработной платы в месяц в Тюмени. Матрица затрат на передвижение различными видами транспорта и стоимость владения автомобилями в макромоделях сформирована в ценах 2020 года. В имитационной модели

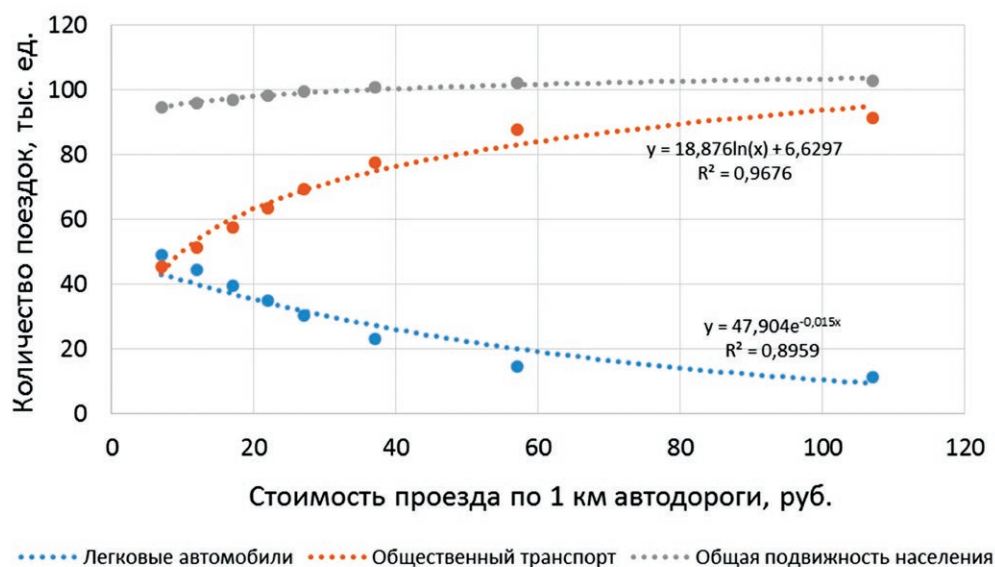


Рис. 1. Влияние стоимости проезда по 1 км автодороги на количество передвижений в городе на индивидуальном и общественном транспорте

учитывается стоимость проезда в общественном транспорте Тюмени. Результаты моделирования показывают изменение количества передвижений по видам транспорта/способам передвижения и структуры подвижности населения при введении платы с владельцев автомобилей за движение по городским автомобильным дорогам. При увеличении стоимости проезда количе-

ство (рис. 1) и доля передвижений (рис. 2) на личных автомобилях снижается, а на общественном транспорте, велосипеде, СИМ и пешком – увеличивается. В отдельных случаях при удалении остановочного пункта общественного транспорта от места проживания или работы/учебы одна корреспонденция состоит из двух передвижений: на автобусе и пешком. Это приводит к уве-

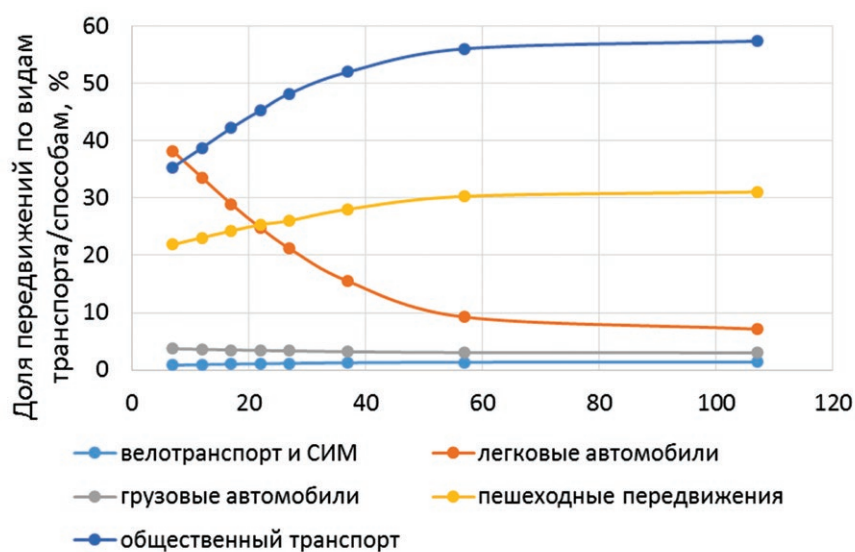


Рис. 2. Влияние стоимости проезда по 1 км автодороги на долю передвижений по видам транспорта/способам в городах

личению общего количества передвижений с ростом стоимости проезда по автодорогам города (рис. 1).

При увеличении тарифа до 100 руб. за 1 км количество передвижений на автомобилях снижается в 4,33 раза, а количество перемещений на общественном транспорте, велотранспорте и СИМ, а также пешком увеличивается в 2, 2,07, 1,78 раза соответственно. Рост общего количества передвижений обусловлен увеличением количества поездок на общественном транспорте с пересадками. При поездке на общественном транспорте с пересадками одна поездка на личном автомобиле заменяется двумя поездками на разных маршрутах автобусов. Общее количество поездок увеличивается на 23,6 %.

Результаты первого этапа исследования показали, что влияние стоимости проезда в общественном транспорте на количество и долю передвижений по видам транспорта и способам передвижения описывается линейной моделью с коэффициентом корреляции 0,9.

Вторая гипотеза – уменьшение количества поездок на личном автотранспорте при введении платы за движение по городским автодорогам ведет к уменьшению времени в пути за счет снижения уровня загрузки на автодорогах.

Математическую модель влияния стоимости проезда по городским автомобильным дорогам

на суммарное время в пути на автомобилях в общем виде предлагается описывать уравнением

$$T_{\text{ИТ}} = a \cdot e^{b \cdot S}, \quad (2)$$

где $T_{\text{ИТ}}$ – суммарное время в пути на легковых автомобилях, ч,

S – стоимость проезда по 1 км городской автодороги, руб./1 км,

a, b – параметры математической модели.

Результаты моделирования для Тюмени показывают уменьшение времени в пути на легковых автомобилях при увеличении стоимости проезда по городским автомобильным дорогам (рис. 3).

При введении тарифа 10 руб. за 1 км итоговое время в пути на автомобилях уменьшается на 14,8 %. Это существенно больше, чем при введении бесплатного проезда на общественном транспорте. Аналогичное изменение доли передвижений на личных автомобилях соответствует введению платных парковок в центральной части города общей численностью 5,5 тыс. мест с тарифом 50 руб. за 1 час [16].

Для оценки уровня транспортных заторов применяется коэффициент затора, который характеризует увеличение времени в пути в часы пик по сравнению с аналогичным показателем при движении в межпиковое время и отсутствии

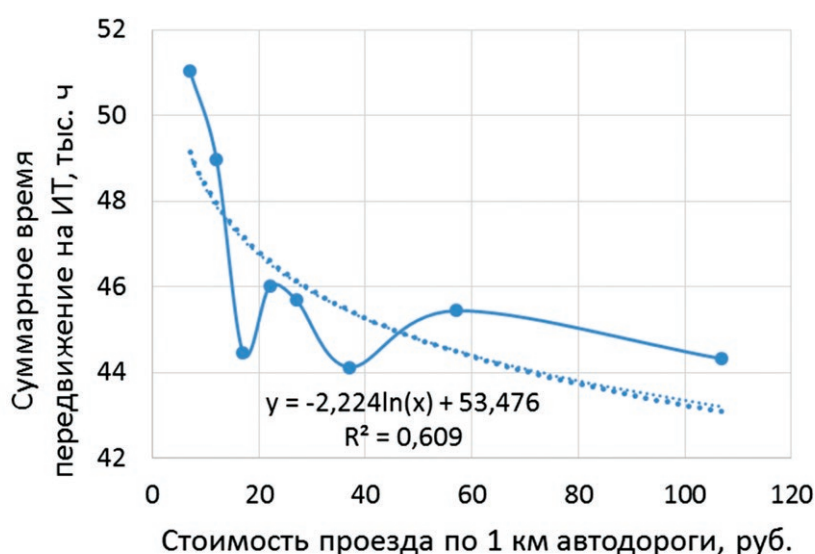


Рис. 3. Влияние стоимости проезда по 1 км автодороги на итоговое время в пути в утреннее время

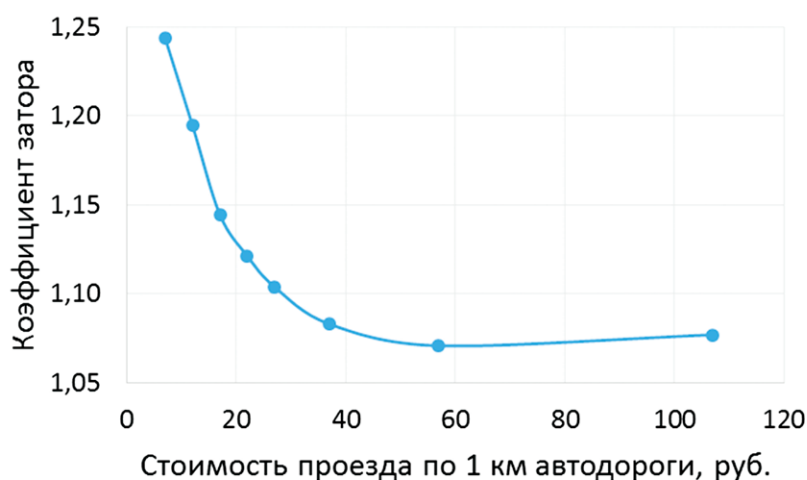


Рис. 4. Влияние стоимости проезда по 1 км автодороги на коэффициент затора в утреннее время

транспортных заторов. Коэффициент затора определяется по формуле

$$K_z = \frac{t_a}{t_o}, \quad (3)$$

где K_z – коэффициент затора,

t_a – итоговое время в пути всех транспортных средств в час пик, ч,

t_o – итоговое время в пути всех транспортных средств в межпиковое время, ч.

Результаты моделирования показали, что в утренний час пик для Тюмени коэффициент затора в среднем составляет 1,24 и при увеличении платы до 100 руб. данный коэффициент снижается до 1,1 (рис. 4).

Коэффициент затора и интенсивность его изменения существенно зависят от сложности схемы организации дорожного движения, режимов работы светофорных объектов и пропускной способности улично-дорожной сети в городе. Другой способ влияния на структуру подвижности населения – создание платных парковок и увеличение тарифов за парковку автомобилей.

Введение платных парковок и платы за проезд по улично-дорожной сети по-разному влияет на структуру подвижности населения и параметры дорожного движения в пространстве. Влияние факторов отличается площадью зон охвата и степенью воздействия. Платные парковки созда-

ются, как правило, в центральной части города, и доля передвижений снижается по маршрутам движения автомобилей в центр города. При введении платы за проезд по городским дорогам изменение структуры подвижности населения происходит по всей территории города более равномерно. В данном варианте существенное влияние оказывает длина маршрута.

При расстоянии поездки 3 км затраты за проезд по автомобильным дорогам при тарифе 10 руб. за 1 км соответствуют 1,5 ч парковки легкового автомобиля в центре Тюмени при тарифе 40 руб. за 1 час. Для автовладельца, использующего личный автомобиль для поездок с рабочими целями при относительно небольшом среднесуточном пробеге (7 км), оплата за проезд по автомобильным дорогам при тарифе до 50 руб. за 1 км выгоднее, чем оплата 9 часов парковки (360 руб. при тарифе 40 руб. за 1 час).

Выводы

Проанализировав результаты моделирования, можно сделать ряд выводов и рекомендаций для органов федеральной власти в случае возвращения к обсуждению вопроса введения платы за движение по городским автомобильным дорогам:

- целесообразно изучить с применением социологических исследований и транспорт-

ного моделирования изменение структуры подвижности населения и параметров дорожного движения;

- необходимо дифференцировать тарифы с учетом географических, социально-экономических, демографических характеристик городов и уровня развития транспортной и дорожной инфраструктуры;
- целесообразно учитывать изменения уровня загрузки и эффективности использования дорожной инфраструктуры, затраты на развитие общественного транспорта;
- необходимо разработать модель определения сбалансированного тарифа за проезд по городским автодорогам с учетом экономических, социальных и технологических критериев.

Дальнейшим направлением исследования является построение многофакторной мате-

матической модели, учитывающей влияние на структуру подвижности населения и параметры городской транспортной системы и других факторов: повышения стоимости новых и б/у автомобилей из-за санкционных ограничений, влияния пандемии Covid-19, демографической структуры населения и изменения тренда автомобилизации в городах с учетом развития концепции «Мобильность как услуга», в том числе с учетом уровня развития средств индивидуальной мобильности.

Введение просчитанных и сбалансированных демотивационных мероприятий по использованию личных автомобилей в городах может быть одним из способов экономии бюджетных средств для строительства и реконструкции улично-дорожной сети с последующим их перераспределением на другие социальные и инфраструктурные объекты.

Библиографический список

1. Захаров, Н. С. Закономерности формирования количества легковых автомобилей на улично-дорожной сети города : монография / Н. С. Захаров, Е. Ф. Бояркина. – Тюмень : ТИУ, 2011. – 160 с. – Текст : непосредственный.
2. Солодкий, А. И. Проблемы функционирования транспортной инфраструктуры крупных городов России и пути их решения (на примере Санкт-Петербурга) / А. И. Солодкий. – Текст : непосредственный // Транспортное планирование и моделирование: сборник трудов международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 26–27 мая 2016 года. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2016. – С. 136–145.
3. Зырянов, В. В. Приоритетное движение общественного транспорта: развитие методов организации / В. В. Зырянов, А. А. Мирончук. – Текст : непосредственный // Транспорт РФ. – 2012. – № 3-4 (40-41). – С. 22–25.
4. Исследования по установлению платы на парковках в пределах Бульварного кольца города Москвы / П. И. Поспелов, Д. С. Мартяхин, Д. М. Строков [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2017. – № 1 (48). – С. 78–84.
5. Пиров, Ж. Т. Влияние распределения транспортных потоков на скорость сообщения на сегментах городских улиц с регулируемым движением / Ж. Т. Пиров, А. Ю. Михайлов. – DOI 10.25198/2077-7175-2020-2-115. – Текст : непосредственный // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2020. – № 2. – С. 115–124.
6. Зырянов, В. В. Динамическая маршрутизация транспортных потоков как метод снижения транспортной нагрузки на элементы УДС / В. В. Зырянов, А. А. Феофилова, Н. Н. Чуклинов. – Текст : непосредственный // Мир транспорта и технологических машин. – 2018. – № 1 (60). – С. 74–80.
7. Захаров, Д. А. Особенности развития дорожной инфраструктуры в городе Тюмени / Д. А. Захаров, Е. В. Дрогалева, В. С. Мариллов. – Текст : непосредственный // Строительный вестник. – № 2 (80). – 2017. – С. 56–61.

-
8. Минтранс предложил готовиться к бесплатному транспорту и платным дорогам. Насколько реализуема эта идея в России. – Текст : электронный // РБК : сайт. – 2022. – URL: <https://www.rbc.ru/society/11/09/2020/5f58d4489a7947771a7c09e1> (дата обращения: 01.06.2022).
 9. Талавира, А. Ю. Оценка изменения тарифов платной дороги в условиях повышенной транспортной нагрузки / А. Ю. Талавира, М. Б. Ласкин. – DOI 10.21686/2500-3925-2021-5-4-13. – Текст : непосредственный // Статистика и экономика. – 2021. – Т. 18. – № 3. – С. 12–26.
 10. Мошкевич, М. Л. Анализ целесообразности строительства платных автомобильных дорог на территории города / М. Л. Мошкевич. – Текст : непосредственный // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. – 2016. – № 3 (20). – С. 173–180.
 11. Львова, О. В. Проблемы определения размера стоимости проезда по платной автодороге в рамках крупного города (на примере г. Рязани) / О. В. Львова, А. В. Чернухин. – Текст : непосредственный // Вестник университета. – 2015. – № 13. – С. 132–136.
 12. Фадюшин, А. А. Влияние стоимости проезда в городском общественном транспорте на структуру подвижности населения / А. А. Фадюшин, Д. А. Захаров. – DOI 10.23968/1999-5571-2021-18-4-143-148. – Текст : непосредственный // Вестник гражданских инженеров. – 2021. – № 4 (87). – С. 143–148.
 13. Якимов, М. Р. Транспортное планирование. Особенности моделирования транспортных потоков в крупных городах : монография / М. Р. Якимов, А. А. Арепьева. – Москва : Логос, 2016. – 280 с. – Текст : непосредственный.
 14. Якимов, М. Р. Транспортное планирование. Практические рекомендации по созданию транспортных моделей городов в программном комплексе PTV Vision® VISUM : монография / М. Р. Якимов, Ю. А. Попов. – Москва : Логос, 2014. – 200 с. – Текст : непосредственный.
 15. Захаров, Д. А. Изменение подвижности населения при развитии в городах инфраструктуры для общественного транспорта, велосипедистов и пешеходов / Д. А. Захаров, А. А. Фадюшин. – DOI 10.23968/1999-5571-2020-17-5-187-193. – Текст : непосредственный // Вестник гражданских инженеров. – 2020. – № 5 (82). – С. 187–193.

References

1. Zakharov, N. S., & Boyarkina, E. F. (2011). Zakonomernosti formirovaniya kolichestva legkovykh avtomobiley na ulichno-dorozhnoy seti goroda. Tyumen, Industrial University of Tyumen Publ., 160 p. (In Russian).
2. Solodkii, A. I. (2016). Problems of functioning of the transport infrastructure of major cities in Russia and their solutions (in St. Petersburg). Transportnoe planirovanie i modelirovanie : sbornik trudov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Saint Petersburg, May, 26–27. Saint Petersburg, Saint Petersburg state university of architecture and civil engineering Publ., pp. 136-145. (In Russian).
3. Zyryanov, V. V., & Mironchuk, A. A. (2012). Development of methods for organizing the priority movement of public transport. Transport Rossiyskoy Federatsii, (3-4 (40-41)), pp. 22-25. (In Russian).
4. Pospelov, P. I., Martiykhin, D. S., Stokov, D. M., Purkin, A. V., & Rudakova, V. V. (2017). The investigation by adoption of decision about the tariffs for paid parking within the Boulevarnoe ring in Moscow. Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, (1(48)), pp. 78-84. (In Russian).
5. Pirov, Zh. T., & Mikhailov, A. Yu. (2020). Influence of the distribution of traffic flow on the speed of communication on segments of city streets with controlled traffic. Intellect. Innovations. Investments, (2), pp. 115-124. (In Russian). DOI 10.25198/2077-7175-2020-2-115.
6. Zyryanov, V. V., Feofilova, A. A., & Chuklinov, N. N. (2018). Dynamic routing of transport flows as a method of reducing the transport load for macro elements. World of transport and technological machines, (1(60)), pp. 74-80. (In Russian).

7. Zakharov, D. A., Drogaleva, E. V., & Marilov, V. S. (2017). Osobennosti razvitiya dorozhnoy infrastruktury v gorode Tyumeni. *Stroitel'nyy vestnik*, (2(80)), pp. 56-61. (In Russian).
8. Mintrans predlozhil gotovit'sya k besplatnomu transportu i platnym dorogam. Naskol'ko realizuema eta ideya v Rossii. (In Russian). Available at: <https://www.rbc.ru/society/11/09/2020/5f58d4489a7947771a7c09e1> (accessed 01.06.2022).
9. Talavirya, A. U., & Laskin, M. B. (2021). Assessment of changes in toll fares in conditions of increased traffic load. *Statistics and economics*, 18(5), pp. 4-13. (In Russian). DOI 10.21686/2500-3925-2021-5-4-13.
10. Moshkevich, M. L. (2016). Analysis of the construction expediency of toll roads in the city. *Proceedings of the Southwest State University. Series: Economics, Sociology and Management*, (3(20)), pp. 173-180. (In Russian).
11. Lvova, O. V., & Chernykhin, A. V. (2015). The problem of determining the size of the cost of the toll road as part of a major city (on Ryazan city example). *Vestnik universiteta*, (13), pp. 132-136. (In Russian).
12. Fadyushin, A. A., & Zakharov, D. A. (2021). The influence of the urban public transport fare on the structure of the population's mobility. *Bulletin of civil engineers*, (4(87)), pp. 143-148. (In Russian). DOI 10.23968/1999-5571-2021-18-4-143-148.
13. Yakimov, M. R., & Arepyeva, A. A. (2016). *Transportnoe planirovanie. Osobennosti modelirovaniya transportnykh potokov v krupnykh gorodakh*. Moscow, Logos Publ., 280 p. (In Russian).
14. Yakimov, M. R., & Popov, Yu. A. (2014). *Transportnoe planirovanie. Prakticheskie rekomendatsii po sozdaniyu transportnykh modeley gorodov v programmnom komplekse PTV Vision® VISUM*. Moscow, Logos Publ., 200 p. (In Russian).
15. Zakharov, D. A., & Fadyushin, A. A. (2020). Changes of the urban population mobility at the development of infrastructure for public transport, cyclists and pedestrians. *Bulletin of civil engineers*, (5(82)), pp. 187-193. (In Russian). DOI 10.23968/1999-5571-2020-17-5-187-193.

Сведения об авторах

Захаров Дмитрий Александрович, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой эксплуатации автомобильного транспорта, Тюменский индустриальный университет, e-mail: zaharovda@tyuiu.ru

Евтин Павел Владимирович, канд. техн. наук, доцент, директор Института транспорта, Тюменский индустриальный университет, e-mail: evtinpv@tyuiu.ru

Information about the authors

Dmitrii A. Zakharov, Candidate of Engineering, Associate Professor, Head of the Department of Road Transport Operation, Industrial University of Tyumen, e-mail: zaharovda@tyuiu.ru

Pavel V. Evtin, Candidate of Engineering, Associate Professor, Director at Institute of Transport, Industrial University of Tyumen, e-mail: evtinpv@tyuiu.ru

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ МАШИН

В. В. Конев, Н. Н. Карнаухова, Ш. М. Мерданов, Е. В. Половников
Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

ELECTRIC DRIVE OF ROAD CONSTRUCTION MACHINES

Vitaly V. Konev, Nikolaj N. Karnaukhov, Shakhbuba M. Merdanov, Egor V. Polovnikov
Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы использования электропривода в конструкциях мобильных строительно-дорожных машин. Несмотря на то, что электропривод в машиностроении используется уже давно (пролетные, башенные краны, станки), данный вид привода не находит широкого применения на спецтехнике (одноковшовые экскаваторы, бульдозеры, одноковшовые фронтальные погрузчики и т. д.). При этом в последнее время электропривод все большее развитие с научным обоснованием и практическим применением получает в автомобилях. Очевидно, что использование электропривода на строительно-дорожных машинах исследовано недостаточно и поэтому ограничено. На это влияет множество факторов, связанных с особенностями данной техники (она имеет большую массу, изменяемые технологические процессы работы), условиями ее эксплуатации (природно-климатическими, дорожными). Это необходимо учитывать при разработке строительно-дорожных машин с электроприводом для повышения эффективности их использования. Проведен анализ характеристик машин с электроприводом и определены функциональные зависимости, на основе чего сделаны основные выводы.

Abstract. This article deals with the use of electric drive in the design of mobile road construction vehicles. Despite the fact that electric drive has been used in machine engineering for a long time (span type cranes, tower cranes, machines), this type of drive is not widely used in specialized equipment (single-bucket excavators, bulldozers, single-bucket loaders, etc.). At the same time, based on scientific evidence, the electric drive has been used more and more often in the car engineering. Clearly, the use of electric drives in road construction machines has not been sufficiently investigated and therefore it's limited. This is due to a number of factors associated with the features (a large mass, changes in technological processes of work) and operating conditions (natural, climatic, road) of this road machinery. This must be taken into account in the development of road construction vehicles with an electric drive to improve the efficiency of their use. The authors analyzed the characteristics of machines with electric drive, determined the functional dependences, and based on this made the main conclusions.

Ключевые слова: электропривод, строительно-дорожные машины, спецтехника, условия эксплуатации, факторы, характеристики машин

Key words: electric drive, road construction machines, specialized equipment, operating conditions, factors, characteristics of machines

Для цитирования: Электрический привод строительно-дорожных машин / В. В. Конев, Н. Н. Карнаухов, Ш. М. Мерданов, Е. В. Половников. – DOI 10.31660/2782-232X-2022-3-65-73. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. № 3 (101). – С. 65–73.

For citation: Konev, V. V., Karnaukhov, N. N., Merdanov, Sh. M., & Polovnikov, E. V. (2022). Electric drive of road construction machines. Architecture, Construction, Transport, (3(101)), pp. 65-73. (In Russian). DOI 10.31660/2782-232X-2022-3-65-73.

Введение

В последнее время широко распространено использование электроэнергии в приводах автомобилей. Данное направление развития техники было популярно в начале XX века, однако, ввиду энергоемкости процессов получения, преобразования и использования энергии, а также по технологическим причинам – уровню развития науки, материалов, – оно уступило место двигателям внутреннего сгорания.

В современных условиях применение электропривода становится все более актуальным, и совершенствование данного направления идет по пути улучшения технико-экономических показателей. Так, дальнейшее использование двигателей внутреннего сгорания строится на комбинировании традиционных конструкций с электроприводом, а также использовании последнего в качестве основного двигателя. Электроприводам, как альтернативе топливным двигателям, в последнее время уделяется все большее внимание в исследованиях с последующим их внедрением на спецтехнику.

В соответствии с жесткими требованиями евростандартов по выбросам отработавших газов двигателя внутреннего сгорания NO, CO, CH, дымности (для дизельных двигателей) автомобилей и строительно-дорожных машин, активно исследуются, разрабатываются и внедряются, особенно в последнее время, электроприводные машины (электромобили). Ухудшение экологической обстановки в мире привело к усилению политического регулирования вопросов использования

машин с высоким потенциалом выбросов вредных веществ в атмосферу и загрязнения природной среды. Особую актуальность эти проблемы имеют в странах и городах с высокой плотностью населения [1, 2].

В крупных городах Европы формируются зоны с нулевым выхлопом, где движение автомобилей с ДВС запрещено. Скоро запрет коснется и машин коммунальных служб. Это привело к резкому росту количества электромобилей (продажи в 2020 году в мире превысили 3 млн единиц, из них 1,4 – в Европе, 1,34 – в Китае, 0,3 – США). Таким образом, статистика говорит о развитии внедрения электропривода. Международное энергетическое агентство прогнозирует к 2030 году производство 130 млн электромобилей [3].

Объект и методы исследования

При строительстве городов и содержании инфраструктуры используется большой парк строительных и коммунальных машин (после автомобилей это второй загрязнитель воздуха в городах).

Электроприводы машин широко применяются в промышленности: приводы станков, кранов, экскаваторов, транспортеров и т. п. [4]. Использование электропитания обосновывается экономической эффективностью и возможностью его подачи от линий электропередач [5, 6].

Электрические приводы мобильных машин имеют ряд преимуществ перед другими первичными источниками энергии и трансмиссиями: надежность, экономичность, высокий КПД, низ-

кие эксплуатационные затраты, компактность, удобство в управлении, малый уровень шума, легкость автоматизации и роботизации. Они используют меньше материалов и жидкостей, требующих регулярной замены, а применение индивидуального привода для исполнительных элементов машин значительно упрощает их конструкцию и обеспечивает высокий уровень готовности к работе [7]. При этом, рассматривая строительно-дорожные машины, следует учитывать, что это многосистемные устройства, включающие гидро- и электросистему, трансмиссии на движитель, рабочий орган, режимы работы которых изменяются в зависимости от условий эксплуатации (природных, дорожных). Это влияет на энергопотребление и, как следствие, необходимо научное обоснование использования электропривода в рамках решаемых задач.

Таким образом, объектом исследования является система «двигатель – рабочий орган – обрабатываемая среда». У машин для земляных работ под обрабатываемой средой понимается разрабатываемый грунт, у снегоуборочных – снежная масса, у грузоподъемных и машин непрерывного транспорта – груз. Предметом исследования являются протекающие в указанной системе гидромеханические, тепловые и механические процессы. Для их изучения необходимо провести теоретические исследования, включающие построение математических моделей и определение закономерностей процессов с проверкой и уточнением результатов экспериментальными исследованиями на физических моделях.

Результаты

В условиях автономного функционирования использование электромобилей рассматривается как альтернатива автомобилям с двигателями внутреннего сгорания. Основными задачами развития данного направления являются поиск, конструирование и использование аккумуляторных батарей повышенной емкости, способных запасать большой объем электроэнергии за меньший период времени, сохранять его и передавать на приводы машины, а также уменьшение массы и размеров аккумуляторов и их утилизация после

выработки ресурса [8]. Важным моментом является и снижение их стоимости.

Аналогичные вопросы возникают и при автономном функционировании энергонасыщенной технологической спецтехники. Это очевидно, поскольку данная техника имеет большую массу базовой машины и рабочих органов, трансмиссию на рабочие органы и различные типы движителей.

Опыт производства спецтехники с электроприводом есть у компаний Caterpillar, Komatsu, Белаз. На рис. 1 представлены элементы электропривода карьерного самосвала 795F AC (Caterpillar), обеспечивающие эффективность его работы. На рис. 2 показана структурная схема электропривода.

Очевидно, что эффективность использования электроприводов в строительно-дорожных машинах (одноковшовых экскаваторах, бульдозерах и т. п.) зависит от работы каждого из элементов и их взаимодействия [9, 10]. В сравнении с автомобилями спецтехника сложнее в структуре входящих в нее элементов (механическая часть, рабочий орган). Рабочий орган в основ-

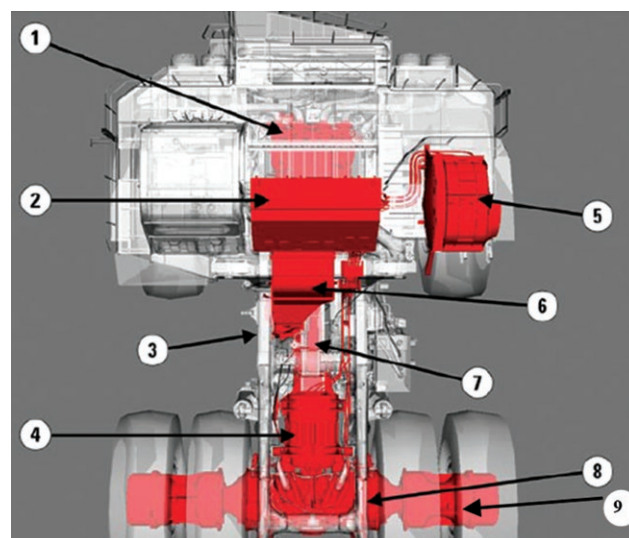


Рис. 1. Элементы электропривода карьерного самосвала: 1) двигатель; 2) отсек инверторов управления питанием; 3) вентилятор с регулируемой частотой вращения; 4) генератор; 5) радиальный блок резисторов; 6) охлаждающий воздуховод; 7) приводной вал; 8) электродвигатели колес; 9) бортовой двухступенчатый редуктор

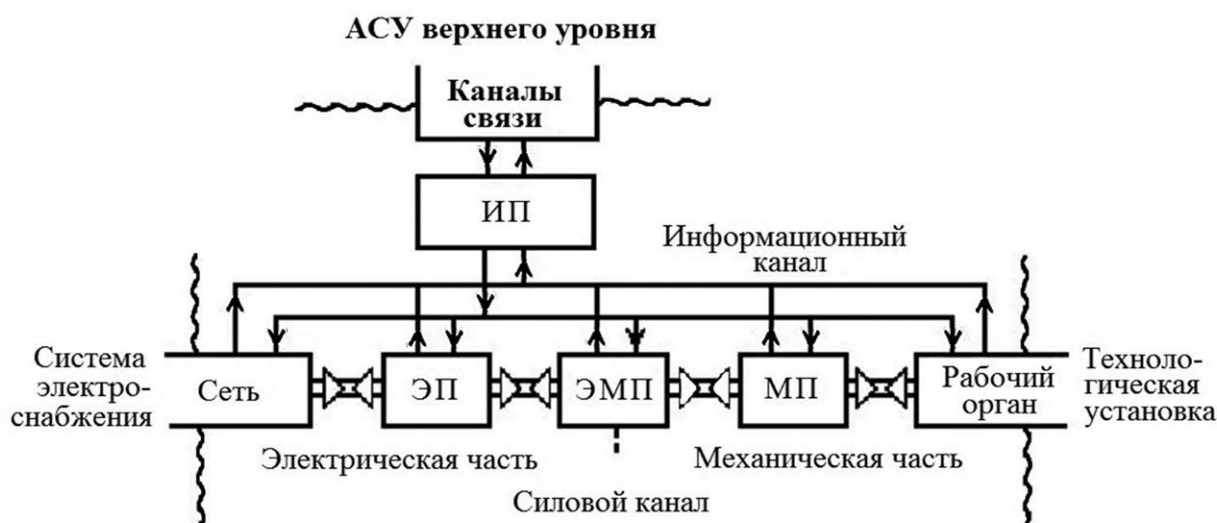


Рис. 2. Структурная схема электропривода

ном взаимодействует со средой (грунтом, снегом, грузом). Изменяются характеристики среды, режимы работы машины, и это влияет на работу электропривода. Возникают научные задачи для описания закономерностей процессов при работе систем машины, имеющих вероятностный характер. Эффективность использования электропривода машин оценивается по мощностному балансу. В соответствии с изложенным, структурную схему электропривода (рис. 2) преобразим в мощностной баланс (рис. 3).

На примере электропривода карьерного самосвала Cat AC можно выделить следующие варианты повышения эффективности применения данных приводов в спецтехнике:

- использование высокого напряжения, которое выделяет меньше тепла при относительно низкой силе тока;
- использование энергии на холостых режимах работы для вспомогательных операций машины;
- генерация энергии, в том числе рекуперация при торможении машины, рабочих органов.

Электрические самосвалы производят известные фирмы Европы и США: Volvo, PACCAR, Volkswagen, Scania, Daimler. К производству данного вида техники (электрокаров) также активно подключаются производители из Китая.

В связи с этим ведущие производители коммерческого транспорта активно развивают

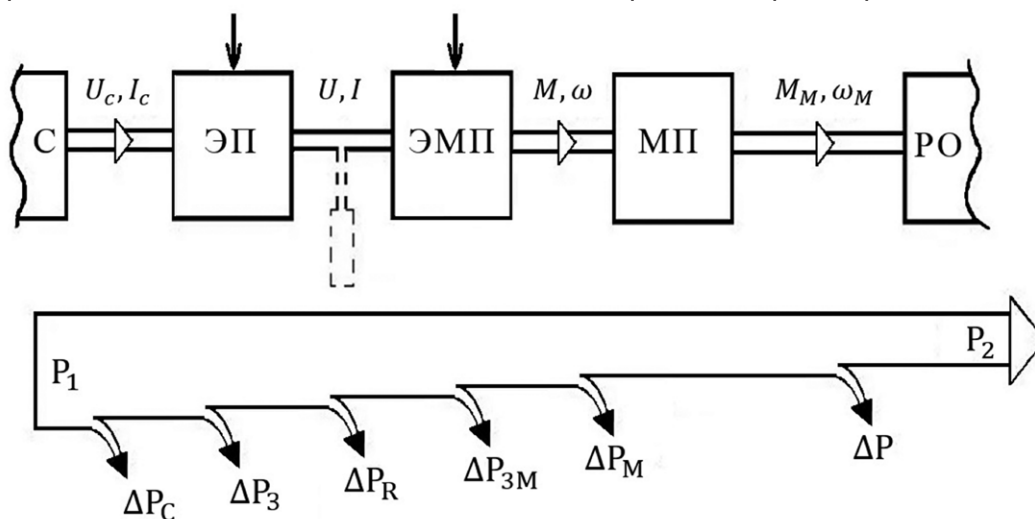


Рис. 3. Мощностной баланс

Таблица 1

Технические характеристики

Марка	Мощность ДВС, кВт	Максимальная скорость, км/час	Грузоподъемность, т	Емкость аккумулятора, кВт/час	Запас хода, км
Грузовые авто					
Volkswagen e-Crafter	100	90	1	36	170
Voltia XL	78	НД*	НД	75	280
Volvo FM Electric	250	НД	44	180–540	300
Газель Next Electro	98	100	2,5	70	200
Электробус					
ЛиАЗ-6274	130	80	НД	152	200
КАМАЗ-6282	250	75	НД	70	от 70
Volgabus CR12E	250	75	НД	300	300

рынок грузовых электромобилей [11], которые широко применяются в сфере логистики, коммунальном хозяйстве, строительстве и других отраслях. Эффективность использования машин определяется их техническими характеристиками (таблица 1).

Логистические компании Chronopost и AMAZON в 2022 году планируют увеличить парк электрических автомобилей до 1 500 и 1 800 единиц соответственно. Volvo активно работает над производством строительной техники с электроприводом и тяжелых грузовиков. В России компаниями КАМАЗ, ГАЗ, Volgabus разработаны и активно выпускаются электробусы. В 2020 году в Москве насчитывалось уже 600 единиц техники [12].

Естественно, у мобильного электропривода наряду с преимуществами имеются и недостатки, которые сдерживают его использование: ограниченная емкость батарей (особенно при низких температурах); длительное время зарядки; слабая сеть зарядных станций; старение и деградация литий-ионных батарей; высокая стоимость батарей и проблемы их утилизации.

Несмотря на существующие трудности в использовании электродвигателей, уже имеются и положительные результаты. Так, выросла емкость батарей, аккумуляторы позволяют преодо-

левать 200–250 км на одной зарядке с полным грузом. Это значительно больше, чем средний пробег автомобиля коммунальной службы. В Европе и в крупных городах России формируется инфраструктура станций для зарядки электромобилей (в Москве в 2020 году построено 50 станций). За последнее десятилетие стоимость аккумуляторных батарей снизилась почти в 8 раз и составила до 137 \$ за кВт·ч (по данным компании Bloomberg). Появились быстрозаряжаемые (от 3 часов и более) и морозоустойчивые литий-титанатные батареи (используются на авто от –25 до +40 °C) [13].

Созданы новые высокоэффективные электродвигатели вращательного и возвратно-поступательного движения.

Обсуждение

Анализ тенденций развития электротранспорта свидетельствует о том, что сформировались технические и экономические условия для усовершенствования мобильной электроприводной строительной-дорожной и коммунальной техники. Однако, ввиду особенностей ее использования, опыта электромобилей недостаточно. Возникают сложности с зарядкой маломобильных энергонасыщенных, гусеничных строитель-

но-дорожных и коммунальных машин. Они, как правило, имеют большую массу, несколько рабочих органов, сложную кинематику, разветвленную трансмиссию и эксплуатируются в тяжелых условиях работы.

На рис. 4 представлена зависимость крутящего момента (Н·м) от частоты вращения (об/мин) при сравнении характеристик электродвигателя и двигателя внутреннего сгорания [14]. Анализ данных показывает, что электродвигатели имеют «пологую» зависимость крутящего момента от частоты вращения. Эта зависимость крутящего момента прослеживается в большом диапазоне изменения частоты вращения, поэтому электродвигатели имеют постоянно высокие мощностные характеристики, в том числе на малых оборотах, по сравнению с двигателями внутреннего сгорания. На больших оборотах крутящий момент электродвигателя имеет отрицательную динамику, как и у двигателя внутреннего сгорания, хоть и с небольшим запозданием. Данный вывод подтверждает обоснованность использования электропривода на строительно-дорожных машинах, которые работают на больших крутящих моментах и с относительно небольшими угловыми скоростями.

Так, самосвал 795F AC, несмотря на большую массу (более 570 тонн), имеет номинальную полезную нагрузку более 310 тонн, а максимальную скорость с грузом до 64 км/ч. Компания Case

разработала экскаватор-погрузчик Case 580 EV с аккумуляторной батареей емкостью 90 кВт·ч на 8 часов работы. Это снижает уровень шума на 90 %, эксплуатационные затраты, вредные выбросы в атмосферу. Экскаватор оснащен системой ProControl для обеспечения программируемой траектории движения стрелы [14]. В Швейцарии разработали электрическую подметально-вакуумную машину Bucher Citycat 2020 EV (масса 4,5 тонны, мощность двигателя 55 кВт). Литий-ионная батарея обеспечивает до 8 часов работы. Зарядка занимает 2-3 часа. Это позволило на 10 дБ уменьшить шумность, на 26 т/год выбросы CO₂, а также на 75 % сократить эксплуатационные затраты [15].

Рассматривая синтез электрической силовой установки и рабочего органа транспортно-технологических машин по структурной схеме электропривода (рис. 2), на первом этапе исследований следует определить количество энергии, необходимое для выполнения рабочих процессов машин и рекуперации. Возьмем для примера одноковшовый экскаватор. Использование сил гравитации, действующих на рабочий орган (стрелу, рукоять, ковш) при его движении вниз, и использование (накопление) энергии торможения, в т. ч. поворотной платформы экскаватора (противовес выполнить подвижным с откликом на вылет рабочего органа экскаватора), в рабочем цикле позволяет перераспределять энергию на силовую установку и систему управления машины, а также накапливать в электроаккумуляторах. Синтез электропривода и гидропривода используется в конструкциях машин, но в части управления рабочими процессами (управление аппаратурой регулирования). При этом целесообразно рассмотреть комбинированный привод на мобильных транспортно-технологических машинах, это позволит автоматизировать технологические операции, повысить качество выполнения работ.

Выводы

Электропривод с питанием от аккумуляторных батарей в конструкции мобильных машин получает все большее развитие, т. к. его использование позволяет автоматизировать и

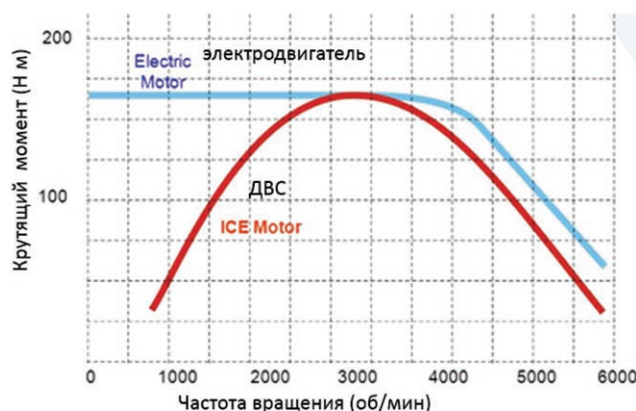


Рис. 4. Зависимость крутящего момента от частоты вращения

роботизировать мобильные машины, упростить кинематические схемы рабочих органов. Этого можно достичь за счет применения передвижных групповых и индивидуальных зарядных станций или быстросменных аккумуляторных батарей, инерционных аккумуляторов энергии с возможностью дополнительного ее накопления при выполнении торможения и при действии сил гравитации в рабочем цикле машины [16].

Данное направление имеет научное обоснование и широкое практическое применение в автомобилях. Однако по ряду причин его использование в составе строительно-дорожных и коммунальных машин сдерживается. На это влияет множество факторов, связанных с конструкцией машин, возможностями промышленности и условиями эксплуатации данной техники. Для проверки повышения эффективности использования электроприводов в строительно-дорож-

ных машинах необходима оценка мощностного баланса машины с учетом всех ее элементов при определении факторов влияния, основными из которых являются: температура окружающей среды и гидросистемы; сопротивления, возникающие на рабочем органе при работе машины. При этом оптимизация энергопотребления определяется режимом работы машины (гидромеханическими и тепловыми процессами), кинематикой механических процессов, которыми следует управлять и регулировать.

В ходе дальнейших исследований будет проведено математическое и физическое моделирование процессов в работе транспортно-технологических машин в синтезе электрической и силовой установки и рабочего органа с учетом влияния указанных выше факторов на выходной параметр, которым принимаются энергозатраты.

Библиографический список

1. Конев, В. В. Совершенствование системы предпусковой тепловой подготовки двигателя внутреннего сгорания землеройной машины / В. В. Конев, Н. Н. Карнаухов, Ш. М. Мерданов. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2020. – 144 с. – ISBN 978-5-9961-2138-0. – Текст : непосредственный.
2. Мерданов, Ш. М. Гидроприводы строительно-дорожных машин для эксплуатации при низких температурах : монография / Ш. М. Мерданов, В. В. Конев, Г. Г. Закирзаков. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2016. – 160 с. – ISBN 978-5-9961-1356-9. – Текст : непосредственный.
3. Сколько электромобилей в мире: сводная аналитика на конец 2020 года. – Текст : электронный // E-CARS.TECH : официальный сайт. – URL: e-cars.tech/elektromobili/skolko-elektromobiley-v-mire-svodnaya-analitika-na-konets-2020-goda (дата обращения: 14.04.2022).
4. Фролов, Ю. М. Проектирование электропривода промышленных механизмов / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. – Текст : непосредственный. – Санкт-Петербург : Издательство «Лань», 2014. – 448 с.
5. Гордеев-Бургвиц, М. А. Системы автоматического управления взаимосвязанными электроприводами мощных экскаваторов : монография / М. А. Гордеев-Бургвиц. – Москва : Московский государственный строительный университет (ЭБС АСВ), 2014. – 208 с. – ISBN 978-5-7264-0892-7. – Текст : непосредственный.
6. Янковенко, В. С. Расчет и конструирование элементов электропривода : учебник для техникумов / В. С. Янковенко, С. С. Арсенюк, В. М. Царик. – Москва : Энергоатомиздат, 1987. – 317 с. – Текст : непосредственный.
7. Электродвигатель или ДВС. Плюсы и минусы двух технологий. – Текст : электронный // E²nergy: официальный сайт. – 2018. – 20 августа. – URL: eenergy.media/2018/08/20/elektrodivigatel-ili-dvs-plusy-i-minusy-dvuh-tehnologij (дата обращения: 02.04.2022).
8. Дюбей, Г. К. Основные принципы устройства электроприводов / Г. К. Дюбей. – Москва: Техносфера, 2009. – 480 с. – Текст : непосредственный.

9. Аксенов, М. И. Моделирование электропривода : учебное пособие / М. И. Аксенов. – Москва : Инфра-М, 2016. – 135 с. – Текст : непосредственный.
10. Неменко, А. В. Механические компоненты электропривода машин: расчет и проектирование : учебное пособие / А. В. Неменко. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Москва : ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2019. – 376 с. – DOI 10.12737/textbook_5b34dad47ee877.13125931. – Текст : непосредственный.
11. Грузовые электромобили в России и в мире: текущее состояние, экономический смысл, перспективы, проблемы. – Текст : электронный // E-CARS.TECH : официальный сайт. – 2022. – 01 февраля. – URL: e-cars.tech/elektrogruzoviki/gruzovye-elektromobili-v-rossii-i-v-mire-tekushee-sostoyanie-ekonomicheskii-smysl-perspektivy-problemy/ (дата обращения: 14.04.2022).
12. Электробусы, популярные модели в России. – Текст : электронный // Перевозка 24 : официальный сайт. – 2022. – URL: perevozka24.ru/pages/elektrobusy-v-rossii-populyarnye-modeli (дата обращения: 14.04.2022).
13. Коммерческий электромобиль Газель NEXT ELECTRO. – Текст : электронный // Группа компаний «Электромобили» : официальный сайт. – 2022. – URL: electromobili.ru/katalog/kommercheskie-elektromobili/kommercheskij-elektromobil-gazel-next-electro (дата обращения: 14.04.2022).
14. Vatanparvar, K. Battery-aware energy-optimal electric vehicle driving management / K. Vatanparvar, J. Wan, M. A. Faruqua. – Текст : электронный // 2015 IEEE/ACM International Symposium on Low Power Electronics and Design (ISLPED). – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7273539> (date of the application 14.04.2022).
15. Электрическая подметально-вакуумная машина BUCHER CITYCAT 2020 EV. – Текст : электронный // Меркатор Холдинг : официальный сайт. – URL: merkatorgroup.ru/equipment/dorozhno-kommunalnaya-tehnika/podmetalnye-mashiny-i-oborudovanie/elektricheskaya-podmetalno-vakuumnaya-mashina-bucher-citycat2020ev (дата обращения: 14.04.2022).
16. Гулиа, Н. В. Инерционные аккумуляторы энергии / Н. В. Гулиа. – Изд. 2-е, стереотип. – Москва : Машиностроение, 2021. – 240 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Konev, V. V., Karnaukhov, N. N., & Merdanov, Sh. M. (2020). Sovershenstvovanie sistemy predpuskovoy teplovooy podgotovki dvigatelya vnutrennego sgoraniya zemleroynoy mashiny. Tyumen, Industrial University of Tyumen Publ., 144 p. (In Russian).
2. Merdanov, Sh. M., Konev, V. V., & Zakirzakov, G. G. (2016). Gidroprivody stroitel'no-dorozhnykh mashin dlya ekspluatatsii pri nizkikh temperaturakh. Tyumen, Industrial University of Tyumen Publ., 160 p. (In Russian).
3. Skol'ko elektromobiley v mire: svodnaya analitika na konets 2020 goda. E-CARS.TECH. (In Russian). Available at: e-cars.tech/elektromobili/skolko-elektromobiley-v-mire-svodnaya-analitika-na-konets-2020-goda (accessed 14.04.2022).
4. Frolov, Yu. M. (2014). Proektirovanie elektroprivoda promyshlennykh mekhanizmov. Saint Petersburg, "Lan" Publ., 448 p. (In Russian).
5. Gordeev-Burgvits, M. A. (2014). Sistemy avtomaticheskogo upravleniya vzaimosvyazannymi elektroprivodami moshchnykh ekskavatorov. Moscow, Moscow State University of Civil Engineering Publ., 208 p. (In Russian).
6. Yankovenko, V. S., Arsenyuk, S. S., & Tsarik, V. M. (1987). Raschet i konstruirovaniye elementov elektroprivoda. Moscow, Energoatomizdat Publ., 317 p. (In Russian).
7. Elektrodvigatel' ili DVS. Plyusy i minusy dvukh tekhnologiy. E²nergy. (In Russian). Available at: eenergy.ru/

-
- media/2018/08/20/elektrodivigatel-ili-dvs-plyusy-i-minusy-dvuh-tehnologij (accessed 02.04.2022).
8. Dubey, G. K. (1995). Fundamentals of Electrical Drives. 2nd edition. New Delhi, Publ. Narosa Publishing House, 394 p. (In English).
 9. Aksenov, M. I. (2016). Modelirovanie elektroprivoda. Moscow, Infra-M Publ., 135 p. (In Russian).
 10. Nemenko, A. V. (2019). Mechanical components of the electric drive of machines: calculation and design. 2nd edition, revised. Moscow, OOO "Nauchno-izdatel'skiy tsentr INFRA-M" Publ., 376 p. (In Russian). DOI 10.12737/textbook_5b34dad47ee877.13125931.
 11. Gruzovye elektromobili v Rossii i v mire: tekushchee sostoyanie, ekonomicheskiy smysl, perspektivy, problemy. E-CARS.TECH. (In Russian). Available at: e-cars.tech/elektrogruzoviki/gruzovye-elektromobili-v-rossii-i-v-mire-tekushchee-sostoyanie-ekonomicheskiy-smysl-perspektivy-problemy/ (accessed 14.04.2022).
 12. Elektrobusy, populyarnye modeli v Rossii. Perevozka 24. (In Russian). Available at: perevozka24.ru/pages/elektrobusy-v-rossii-populyarnye-modeli (accessed 14.04.2022).
 13. Kommercheskiy elektromobil' Gazel' NEXT ELECTRO. Gruppa kompaniy "Elektromobili". (In Russian). Available at: electromobili.ru/katalog/kommercheskie-elektromobili/kommercheskiy-elektromobil-gazel-next-electro (accessed 14.04.2022).
 14. Vatanparvar, K., Wan, J., & Faruque, M. A. (2015). Battery-aware energy-optimal electric vehicle driving management. 2015 IEEE/ACM International Symposium on Low Power Electronics and Design (ISLPED). (In English). Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7273539> (accessed 14.04.2022).
 15. Elektricheskaya podmetal'no-vakuumnaya mashina BUCHER CITYCAT 2020 EV. Merkator Kholding. (In Russian). Available at: merkatorgroup.ru/equipment/dorozhno-kommunalnaya-tekhnika/podmetalnye-mashiny-i-oborudovanie/elektricheskaya-podmetalno-vakuumnaya-mashina-bucher-citycat2020ev (accessed 14.04.2022).
 16. Gulia, N. V. (2021). Inertsionnye akkumulyatory energii. 2nd edition. Moscow, Mashinostroenie Publ., 240 p. (In Russian).

Сведения об авторах

Конев Виталий Валерьевич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры транспортных и технологических систем, Тюменский индустриальный университет, e-mail: konevvv@tyuiu.ru

Карнаухов Николай Николаевич, д-р. техн. наук, профессор, профессор кафедры транспортных и технологических систем, Тюменский индустриальный университет, e-mail: karnauhovnn@tyuiu.ru

Мерданов Шахбуба Магомедкеримович, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой транспортных и технологических систем, Тюменский индустриальный университет, e-mail: merdanovsm@tyuiu.ru

Половников Егор Викторович, старший преподаватель кафедры транспортных и технологических систем, Тюменский индустриальный университет, e-mail: polovnikovev@tyuiu.ru

Information about the authors

Vitaly V. Konev, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Transport and Technological Systems, Industrial University of Tyumen, e-mail: konevvv@tyuiu.ru

Nikolaj N. Karnaukhov, Doctor of Engineering, Professor at the Department of Transport and Technological Systems, Industrial University of Tyumen, e-mail: karnauhovnn@tyuiu.ru

Shakhbuba M. Merdanov, Doctor of Engineering, Professor, Head at the Department of Transport and Technological Systems, Industrial University of Tyumen, e-mail: merdanovsm@tyuiu.ru

Egor V. Polovnikov, Senior Lecturer at the Department of Transport and Technological Systems, Industrial University of Tyumen, e-mail: polovnikovev@tyuiu.ru

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СРЕДЫ ОБЩИХ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СТРОИТЕЛЬНОГО ОБЪЕКТА В ОБЛАЧНОМ СЕРВИСЕ

М. А. Гвоздицкий, Ю. В. Огороднова, Д. С. Лейтес
Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

PRINCIPLES OF CREATION A COMMON DATA ENVIRONMENT OF AN INFORMATION MODEL OF BUILDING OBJECT IN A CLOUD SERVICE

Mikhail A. Gvozditsky, Yuliya V. Ogorodnova, Danila S. Leytes
Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. Строительная отрасль России готовится к переходу на технологии информационного моделирования, о чем свидетельствует ряд предпринимаемых на федеральном уровне шагов. В данной статье рассмотрены ключевые понятия цифровой трансформации (информационная модель и среда общих данных), выявлена важность и необходимость использования среды общих данных для участников проекта капитального строительства, представлен перечень существующих отечественных разработок и подробно описаны принципы построения, сущность и основные преимущества одной из них (Pilot-BIM) на основе изученных литературных источников.

Ключевые слова: информационная модель, среда общих данных, объект капитального строительства, принципы построения среды общих данных, Pilot-BIM

Abstract. Construction industry of Russia according to a number of federal initiatives is preparing to transit to information modeling technologies. This article considers the basic key concepts of digital transformation (information model and Common Data Environment), reveals the importance and necessity of using the Common Data Environment for capital construction project participants, provides a list of existing domestic developments and describes in detail the principles of construction, the essence and main advantages of one of them (Pilot-BIM) based on the studied literature sources.

Key words: information model, common data environment, capital construction object, principles of creations a Common Data Environment, Pilot-BIM

Для цитирования: Гвоздицкий, М. А. Принципы построения среды общих данных информационной модели строительного объекта в облачном сервисе / М. А. Гвоздицкий, Ю. В. Огороднова, Д. С. Лейтес. – DOI 10.31660/2782-232X-2022-3-74-81. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 3 (101). – С. 74–81.

For citation: Gvozdzitsky, M. A., Ogorodnova, Yu. V., & Leytes, D. S. (2022). Principles of creation a Common Data Environment of an information model of building object in a cloud service. Architecture, Construction, Transport, (3(101)), pp. 74-81. (In Russian). DOI 10.31660/2782-232X-2022-3-74-81.

Введение

С 2022 года на основании Постановления Правительства РФ № 331¹ ведение трехмерной информационной модели объекта со всеми архитектурно-конструкторскими, технологическими, электротехническими и другими решениями должно было стать обязательным для всех объектов капитального строительства, на которые выделены средства федерального, регионального, местного и других бюджетов. Однако уже в марте введение обязательного использования 3D-моделей в строительстве по госзаказу решили отложить, так как в связи с усложнившейся экономической ситуацией и по ряду других причин не все регионы были готовы к переходу. Организациям строительного комплекса дали время на подготовку кадров, создание материальной базы и внедрение отечественного программного обеспечения, необходимого для формирования информационных моделей, что и предопределяет актуальность данной работы.

Объект исследования

Информационная модель объекта капитального строительства представляет собой «совокуп-

ность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства, формируемых в электронном виде»² на различных этапах жизненного цикла объекта [1].

Выделяют пять основных этапов жизненного цикла:

1. Изыскательская стадия. На данном этапе проводят сбор сведений о грунтах, анализ состояния соседних зданий и сооружений, расчет технико-экономических показателей, разработку объемно-планировочных решений, получают разрешительную документацию. На этой стадии основными задачами являются обоснование и оценка стоимости строительства, а также определение сроков строительства и состава работ.
2. Проектирование объекта. На данном этапе осуществляются разработка проекта в соответствии с техническим заданием и составление сметной документации. Итоговыми данными на этой стадии являются чертежи, необходимые для последующей реализации объекта строительства, визуальная модель (если такое требование есть в техническом задании) и сметная документация.

¹ Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства : Постановление Правительства РФ от 05 марта 2021 г. № 331. – Текст : электронный // ГАРАНТ.РУ : сайт. – URL: <https://base.garant.ru/400424628/> (дата обращения: 11.09.2022).

² Российская Федерация. Законы. Градостроительный кодекс Российской Федерации : ГК : текст с изменениями и дополнениями от 14 июля 2022 года : Принят Государственной Думой 22 декабря 2004 года : одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 года : вступил в силу с 01 сентября 2022 года. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : сайт. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения: 09.09.2022).

3. Строительство. Этап включает в том числе осуществление строительного контроля, разработку рабочей документации, возможную корректировку проекта.
4. Эксплуатация здания. Под этой стадией понимается совокупность организационно-технических мероприятий по обеспечению нормального функционирования здания в соответствии с его функциональным назначением.
5. Снос здания [2].

Изначально, согласно Постановлению Правительства РФ № 331, предполагалось, что требование к формированию информационной модели в среде общих данных заказчика появится во всех контрактах на проектирование объектов. О стадиях строительства и эксплуатации речь пока не шла.

Основным преимуществом использования информационной модели является снижение рисков необратимых ошибок, вероятности возникновения проблем и потерь в процессе реализации проектов капитального строительства. Помимо этого, информационная модель позволяет отслеживать текущее состояние объекта и непрерывно изменять и дополнять данные о проекте [3].

В процессе организации, внедрения и последующей реализации эффективного взаимодействия участников проекта и обеспечения быстрого доступа к данным информационной модели, их целостности, согласованности и актуальности, а впоследствии для многократного использования и продолжительного хранения разработку и использование информационной

модели следует осуществлять в единой информационной среде – среде общих данных³ [4].

Среда общих данных (Common Data Environment) – термин, который был введен британским стандартом, устанавливающим методологию по управлению производством, пространению и качеству строительной информации,⁴ – предназначена в первую очередь для эффективного обмена данными между всеми участниками проекта, а также для обеспечения быстрого и бесперебойного доступа к файлам информационной модели объекта капитального строительства [5]. Среда общих данных представлена в виде организационной структуры с набором определенных папок, в которых размещаются, хранятся и передаются данные информационной модели объекта капитального строительства. Структура может меняться в зависимости от назначения проекта и его задач, но концепция остается единой.

Среда общих данных должна включать следующие области хранения информации:

- «В работе» – банк неподтвержденной информации, которая доступна определенной группе участников, а именно: отдельным подразделениям компании заказчика или же подрядчикам;
- «Общий доступ» – область хранения утвержденной информации, доступ к которой открыт для смежных подразделений компании;
- «Опубликовано» – раздел, где публикуется итоговая, проверенная и согласованная информация, которую видят и могут использовать все участники проектной организации;

³ Дороги автомобильные общего пользования. Правила формирования и применения информационных моделей : ПНСТ 506-2022 : утверждены и введены в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 марта 2022 г. № 22-пнст. – Текст : электронный // docs.cntd.ru : сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200183472> (дата обращения: 09.09.2022).

⁴ BS 1192:2007. Collaborative production of architectural, engineering and construction information – Code of practice : British standard : published by BSI Standards Limited under Licence from the British Standards Institution and came into effects on 31 December 2007. – Текст : электронный // BUGVA : сайт. – URL: https://bugvaorg.files.wordpress.com/2018/09/bs_1192_2007_a2_2016.pdf (дата обращения: 05.09.2022).

- «Архив» – область хранения всех версий данных завершеного объекта⁵ [6].

Альтернативой зарубежному программному обеспечению в настоящее время в России являются следующие отечественные разработки: Project Point, Ingipro, Vitro-CAD, Pilot-BIM. По результатам V Всероссийского конкурса «BIM-технологии 2020/21», система для работы с консолидированными моделями Pilot-BIM (разработчик – «АСКОН») заняла первое место в номинации «Отечественная программная разработка в области информационного моделирования» [7]. Данное программное обеспечение определяется как клиент-серверная система,

созданная с помощью информационного моделирования для управления данными, состоящая из серверов: Pilot-Server, Pilot-BIM-Server, Pilot-myAdmin, CAD-Farm и клиента Pilot-BIM.

Результаты

Рассмотрим принципы построения среды общих данных на примере программного решения Pilot-BIM.

Принцип применения открытого формата. Взаимодействие компонентов системы дает возможность организовать работу в коллективе проектировщиков с применением разнообразных комплексов CAD (рис. 1).

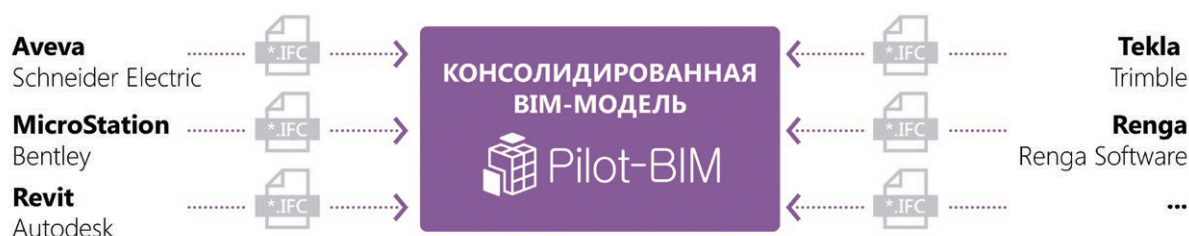


СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ КОНСОЛИДИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ИЗ ИСХОДНОГО ФАЙЛА ПРОЕКТА



Рис. 1. Схема движения файлов Pilot-BIM [8]

⁵ ГОСТ Р 57311-2016. Моделирование информационное в строительстве. Требования к эксплуатационной документации объектов завершеного строительства = Building information modelling. Requirements for operation and maintenance documentation for built asset : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 2 декабря 2016 г. № 1916-ст : введен впервые : дата введения 2017-07-01 / разработан АО «НИЦ «Строительство» – ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко совместно с компанией ООО «АйБиКон» (г. Санкт-Петербург) и компанией «Содис Лаб» (г. Москва). – Текст : электронный // docs.cntd.ru : сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200142711> (дата обращения: 09.09.2022).

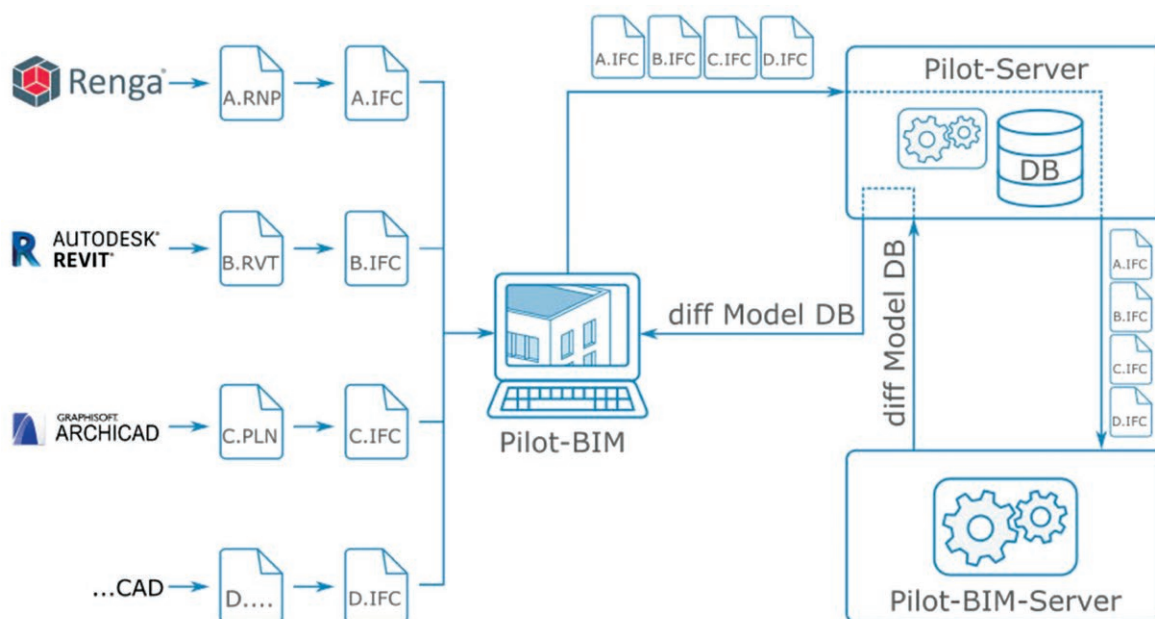


Рис. 2. Схема конвертирования формата файла для создания BIM-моделей [9]

Принцип независимости. Применимость инструментов создания BIM-моделей в Pilot-BIM не зависит от исходного формата файлов (рис. 2).

Принцип командной работы над проектом. Рабочий процесс осуществляется как удаленно, так и в одном офисе, с возможностью подключения к системе субъектов проектной организации. Системы Pilot подходят для компаний, имеющих подразделения, территориально удаленные друг от друга, а также для работы с подрядчиками или фрилансерами [10].

Принцип вариативности. Pilot-BIM предназначен для управления всеми видами документации (рис. 3).

ОРГАНИЗАЦИОННО-РАСПОРЯДИТЕЛЬНЫЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ	ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И МОДЕЛИ
Входящие документы Исходящие документы Служебные записки Договоры Акты Приказы Заявки	Основные требования к объекту Концептуальная модель Проектная документация Рабочая документация Исполнительная документация Экспертиза СМР Консолидированная BIM-модель

Рис. 3. Виды документации

Принцип безопасности. Поддержка взаимодействия в системе пользователей с помощью защищенного протокола HTTPS. Ограничение доступа к информации различных категорий пользователей.

Принцип хранения и сравнения. Pilot-BIM фиксирует историю действий пользователей системы, все произведенные процессы прозрачны, все совершенные изменения в элементах системы видны. При сравнении информации разница визуально отображается.

Принцип отчетности и согласования. Pilot-BIM поддерживает получение и создание базовой отчетности по всем видам исполнительской дисциплины, замечаниям, заданиям и пр. Доступно видоизменение отчетов и создание собственных форм, а также отображение информации в виде диаграмм, графиков, таблиц. При использовании предусмотренных вариантов параметров возможен выбор значений, а их применение не требует написания скриптов. Также осуществляется ведение параллельного, последовательного или смешанного согласования [11].

Pilot-BIM – это среда общих данных BIM-проектов с возможностью автоматически создавать консолидированные модели, сопровождая

использование постоянными изменениями и улучшениями.

Из явных преимуществ Pilot-BIM можно выделить следующие:

- быстрота и скорость установки компонентов системы и последующее долгосрочное использование;
- минимальная нагрузка IT-команды за счет внедренной системы управления базами данных (СУБД);
- способность использовать бесплатные расширения (CADFarmApp – система для автоматической конвертации файлов rvt и rnp в IFC формат; RengaModuleSample – специальный модуль, позволяющий выстраивать необходимые команды в контекстном меню Pilot-BIM);
- компоненты BIM и все сопутствующие инструменты легко внедряются в информационную среду строительной компании, предприятия;
- Pilot-BIM имеет максимально оптимизированный и простой в использовании интерфейс;
- высокая скорость работы – информация обновляется моментально;
- использование отечественных серверов [10];
- взаимодействие с BIM-системой Renga;
- приложение, не имеющее аналогов на российском рынке, – Pilot-BIM-Camera, позволя-

ющее делать снимки с записью координат, с последующей передачей информации в Pilot-BIM. Каждый снимок имеет свою точку съемки и пользователь может переместиться на то же самое место в системе [12].

Опыт применения Pilot-BIM показывает, что данная система способна полностью или частично удовлетворить потребность компании в организации документооборота. Благодаря тому, что вся информация находится в одном месте, обеспечиваются междисциплинарная взаимосвязь между всеми участниками инвестиционного проекта и наглядность рабочего процесса. В любое время актуальная информация о проекте доступна каждому участнику [13, 14].

Выводы

Согласно открытым источникам [15], введение обязательного применения информационной модели отложили до 1 июля 2024 года. Соответствующие поправки уже подготовлены и будут внесены в действующее Постановление Правительства № 331. Одной из задач, которые необходимо решить к этому времени, помимо подготовки к переходу строительного сектора, является также усовершенствование и распространение отечественных BIM-решений и инструментов, рассчитанных на все этапы жизненного цикла объекта строительства и ведение его информационной модели.

Библиографический список

1. BIM – технология информационного моделирования: обзор, применение. – Текст : электронный // Bimlab : Проектно-инжиниринговая компания. Лаборатория BIM технологий : сайт. – URL: <https://bimlab.ru/faq-bim3d.html> (дата обращения: 09.09.2022).
2. Овчинников, А. Н. Информационная модель объекта капитального строительства / А. Н. Овчинников, А. А. Волков. – Текст : непосредственный // Перспективы науки. – 2018. – № 10 (109). – С. 12–15.
3. Агутина, Т. Н. Формирование информационной модели объекта капитального строительства / Т. Н. Агутина. – Текст : непосредственный // Инновационная наука. – 2021. – № 12-2. – С. 18–20.
4. Пискунов, М. В. Среда общих данных как инструмент заказчика / М. В. Пискунов. – DOI 10.17273/CADGIS.2019.2.1. – Текст : непосредственный // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2019. – № 2 (13). – С. 12–17.

5. Скворцов, А. В. Обзор международной нормативной базы в сфере BIM / А. В. Скворцов. – DOI 10.17273/CADGIS.2016.2.1. – Текст : непосредственный // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2016. – № 2 (7). – С. 4–48.
6. Петушкова, Я. Д. Среда общих данных для информационного моделирования / Я. Д. Петушкова, С. В. Придвижкин, М. М. Карманова. – DOI 10.34684/ek.up.r.2020.07.01.003. – Текст : непосредственный // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2020. – Т. 1. – № 7. – С. 17–22.
7. Pilot-BIM победил во Всероссийском конкурсе «BIM-технологии 2020/2021». – Текст : электронный // Строительный эксперт : портал для специалистов архитектурно-строительной отрасли. – URL: <https://ardexpert.ru/article/21235> (дата обращения: 12.08.2022).
8. Pilot-BIM. – Текст : электронный // АСКОН. – URL: https://pilotems.com/source/info_materials/2020/Pilot/Pilot_BIM.pdf?ysclid=l8r90c2uy3201854961 (дата обращения: 26.08.2022).
9. Pilot-BIM. Общие сведения. – Текст : электронный // Pilot-ICE. – URL: https://help.pilotems.com/beta/ru/Content/p-BIM_obschie_svedeniya.htm?tocpath=Pilot-BIM%7CPilot-BIM.%20%D0%9E%D0%B1%D1%89%D0%B8%D0%B5%20%D1%81%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%7C_____0 (дата обращения: 26.08.2022).
10. Pilot-BIM – среда общих данных BIM-проектов для автоматического формирования и коллективной работы с консолидированными моделями. – Текст : электронный // АСКОН. – URL: <https://ascon.ru/products/1297/review/> (дата обращения: 24.08.2022).
11. Работа с консолидированной BIM-моделью. – Текст : электронный // BIM ACADEMY. – URL: <https://bimacad.ru/produkty/pilot-bim/?ysclid=l79jl324mx88956934> (дата обращения: 24.08.2022).
12. Pilot-BIM Camera. – Текст : электронный // Pilot-ICE. Industrial and Civil Engineering. – URL: https://help.pilotems.com/beta/ru/Content/p-BIM_Pilot-BIM-Camera.htm (дата обращения: 09.09.2022).
13. Комплексное внедрение BIM: опыт компании «Евротехнологии». – Текст : электронный // DIGITAL DEVELOPER : портал о цифровизации недвижимости. – URL: <https://digitaldeveloper.ru/blog/tpost/68avev74m1-kompleksnoe-vnedrenie-bim-opit-kompanii?ysclid=l8r6ycfzo777980826> (дата обращения: 26.08.2022).
14. Опыт пользователей / Комплексный BIM: опыт компании «Агропромпроект» из Калининграда. – Текст : электронный // Renga : сайт. – URL: <https://rengabim.com/experience-of-users/kompleksnyj-bim-opyt-kompanii-agropromproekt-iz-kaliningrada/?ysclid=l8r6u09l7z179259764> (дата обращения: 26.08.2022).
15. Минстрой: с середины 2024 года вся строительная отрасль обязана перейти на технологии информационного моделирования. – Текст : электронный // Градстрой. – 2022. – 26 сентября. – URL: <https://www.gradstroy-pro.com/stati/2022/09/26/minstroj-s-seredinyi-2024-goda-vsya-stroitel'naya-otrasl-obyazana-perejti-na-texnologii-informacionnogo-modelirovaniya/> (дата обращения: 26.09.2022).

References

1. BIM – tekhnologiya informatsionnogo modelirovaniya: obzor, primeneniye. Bimlab: Proektno-inzhniringovaya kompaniya. Laboratoriya BIM tekhnologiy. (In Russian). Available at: <https://bimlab.ru/faq-bim3d.html> (accessed 09.09.2022).
2. Ovchinnikov, A. N., & Volkov, A. A. (2018). The information model of capital construction project. Science Prospects, (10(109)), pp. 12-15. (In Russian).
3. Agutina, T. N. (2021). Formirovaniye informatsionnoy modeli ob"ekta kapital'nogo stroitel'stva. Innovatsionnaya nauka, (12-2), pp. 18-20. (In Russian).
4. Piskunov, M. V. (2019). Sreda obshchikh dannykh kak instrument zakazchika. SAPR i GIS avtomobil'nykh dorog, (2(13)), pp. 12-17. (In Russian). DOI 10.17273/CADGIS.2019.2.1.

-
5. Skvortsov, A.V. (2016). Obzor mezhdunarodnoy normativnoy bazy v sfere BIM. SAPriGIS avtomobil'nykh dorog, (2(7)), pp. 4-48. (In Russian). DOI 10.17273/CADGIS.2016.2.1.
 6. Petushkova, Ya. D., Pridvizhkin, S.V., & Karmanova M. M. (2020). Common data environment for information modeling. Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya, 1(7), pp. 17-22. (In Russian).
 7. Pilot-BIM pobedil vo Vserossiyskom konkurse "BIM-tehnologii 2020/2021". Stroitel'nyy ekspert. (In Russian). Available at: <https://ardexpert.ru/article/21235> (accessed 12.08.2022).
 8. Pilot-BIM. ASKON. (In Russian). Available at: https://pilotems.com/source/info_materials/2020/Pilot/Pilot_BIM.pdf?ysclid=l8r90c2uy3201854961 (accessed 26.08.2022).
 9. Pilot-BIM: Obshchie svedeniya. Pilot-ICE. (In Russian). Available at: https://help.pilotems.com/beta/ru/Content/p-BIM_obschie_svedeniya.htm?tocpath=Pilot-BIM%7CPilot-BIM.%20%D0%9E%D0%B1%D1%89%D0%B8%D0%B5%20%D1%81%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%7C_____0 (accessed 26.08.2022).
 10. Pilot-BIM - sreda obshchikh dannyykh BIM-proektov dlya avtomaticheskogo formirovaniya i kollektivnoy raboty s konsolidirovannymi modelyami. ASKON. (In Russian). Available at: <https://ascon.ru/products/1297/review/> (accessed 24.08.2022).
 11. Rabota s konsolidirovannoy BIM-model'yu. BIM ACADEMY. (In Russian). Available at: <https://bimacad.ru/produkty/pilot-bim/?ysclid=l79jl324mx88956934> (accessed 24.08.2022).
 12. Pilot-BIM Camera. Pilot-ICE: Industrial and Civil Engineering. (In Russian). Available at: https://help.pilotems.com/beta/ru/Content/p-BIM_Pilot-BIM-Camera.htm (accessed 09.09.2022).
 13. Kompleksnoe vnedrenie BIM: opyt kompanii "Evrotehnologii". DIGITAL DEVELOPER. (In Russian). Available at: <https://digitaldeveloper.ru/blog/tpost/68avev74m1-kompleksnoe-vnedrenie-bim-opit-kompanii?ysclid=l8r6ycfzo0777980826> (accessed 26.08.2022).
 14. Opyt pol'zovateley / Kompleksnyy BIM: opyt kompanii "Agropromproekt" iz Kaliningrada. Renga. (In Russian). Available at: <https://rengabim.com/experience-of-users/kompleksnyj-bim-opyt-kompanii-agropromproekt-iz-kaliningrada/?ysclid=l8r6u09l7z179259764> (accessed 26.08.2022).
 15. Minstroy: s serediny 2024 goda vsya stroitel'naya otrasl' obyazana pereyti na tekhnologii informatsionnogo modelirovaniya. Gradstroy. (In Russian). Available at: <https://www.gradstroy-pro.com/stati/2022/09/26/minstroy-s-serediny-2024-goda-vsya-stroitel'naya-otrasl-obyazana-pereyti-na-tekhnologii-informatsionnogo-modelirovaniya/> (accessed 26.09.2022).

Сведения об авторах

Гвоздицкий Михаил Александрович, магистрант базовой кафедры АО «Мостострой-11», Тюменский индустриальный университет, e-mail: gvozditskiy.mikhail@gmail.com

Огороднова Юлия Валерьевна, канд. техн. наук, доцент кафедры строительной механики, Тюменский индустриальный университет, e-mail: ogorodnovajv@tyuiu.ru

Лейтес Данила Святославович, магистрант базовой кафедры АО «Мостострой-11», Тюменский индустриальный университет, e-mail: d.leytes71@gmail.com

Information about the authors

Mikhail A. Gvozditsky, Master's Student at the Base Department JSC "Mostostroy-11", Industrial University of Tyumen, e-mail: gvozditskiy.mikhail@gmail.com

Yuliya V. Ogorodnova, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Structural Mechanics, Industrial University of Tyumen, e-mail: ogorodnovajv@tyuiu.ru

Danila S. Leytes, Master's Student at the Base Department JSC "Mostostroy-11", Industrial University of Tyumen, e-mail: d.leytes71@gmail.com

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 подрисунковой 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!**

КОНТРОЛЬ В РАЗУМНЫХ ПРЕДЕЛАХ

Reasonable supervision



*Е. В. Фомин,
начальник управления
госстройнадзора по
Тюменской области*

«Доверяй, но проверяй», – гласит известная поговорка, которую все мы помним с детства. И действительно, контроль иногда не просто важен, – он необходим. К примеру, если речь идет о строительстве. Тем более что вопрос качества строящихся квадратных метров жилья, объектов социального и культурного назначения волнует каждого: людям нужно чувствовать себя уверенно и защищенно. Но и перегибать палку тоже не стоит, – мудро рассудили законодатели и постарались создать максимально комфортные условия для всех участников процесса.

Начальник управления госстройнадзора по Тюменской области Евгений Фомин рассказал нам, какие изменения были приняты в рамках федерального законодательства, поделился, с какими нюансами и тонкостями приходится сталкиваться в работе и какие нововведения в сфере строительного надзора еще впереди.

– Евгений Владимирович, расскажите о произошедших в последнее время законодательных изменениях в Вашей работе.

– С этого года мы по-новому осуществляем государственный строительный надзор. В силу

вступил 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации». Его даже называли революционным, потому что он полностью изменил подход к осуществлению контрольно-надзорной деятельности.

Также есть нововведения в части федерального и регионального строительного надзора. В декабре 2021 года были утверждены два документа (раньше такого деления не было): один исключительно для федерального использования, второй – общие требования для регионов, в соответствии с которыми они приняли собственные положения, не противоречащие общим требованиям, но учитывающие свои, местные, нюансы. То есть, например, из нескольких видов предусмотренных общими положениями проверочных мероприятий мы можем выбрать, исходя из специфики нашей области, какие нужны, а какие нет.

Новый закон изменил также порядок работы с обращениями граждан: теперь анонимные сообщения, значительная часть которых в ходе проверок оказывалась недостоверной, не рассматриваются.

Но главное – мы сейчас меньше проверок проводим по сравнению с прошлыми годами в

связи с принятием Постановления Правительства РФ № 336 «Об особенностях организации и осуществления государственного контроля (надзора), муниципального контроля», которое ввело мораторий на проверки бизнеса.

– Есть мнение, что уменьшение количества проверок приведет к ухудшению качества строительства. На Ваш взгляд, эти опасения обоснованны?

– Нет, на самом деле это, конечно, не так. Мораторий коснулся в основном плановых проверок – они в рамках госстройнадзора не предусмотрены. В целом в нашей деятельности практически ничего не поменялось, мы как осуществляли строительный надзор по программе проверок, так и осуществляем: нам поступает извещение о начале строительства, мы формируем программу, знакомим с ней строительную организацию. И в соответствии с графиком инспектор выходит на объект и контролирует, к примеру, как осуществляется заливка фундамента, затем выезжает на следующий этап и так далее. Сокращение количества проверок произошло согласно мораторию на их проведение в связи с истечением срока исполнения выданных предписаний. В период действия моратория проверки исполнения предписаний, срок исполнения которых наступил, проводятся нами исключительно в случае наличия нарушений, влекущих непосредственную угрозу причинения вреда жизни или тяжкого вреда здоровью, либо по фактам причинения такого вреда.

– В новом законе больше внимания уделено профилактике нарушений. Что она дает?

– Это еще один инструмент взаимодействия со строительными организациями, и очень действенный. В рамках 248-ФЗ предусмотрено, например, такое мероприятие, как профилактический визит. Мы выезжаем на объект, смотрим, как ведется работа, консультируем застройщика по интересующим его вопросам, обращаем внимание на необходимость соблюдения техники безопасности. Тем самым мы предупреждаем нарушения.

Конечно, если инспектор видит нарушения, а проверка этого объекта по программе, допу-

стим, только через два месяца, мы вправе вынести предостережение застройщику.

– На Ваш взгляд, каких важных пунктов не хватает в действующем законодательстве, чтобы работа госстройнадзора стала еще эффективнее?

– На самом деле, не хватает разъяснений. Некоторые положения вызывают очень много споров. Было бы идеально, если бы законодатель не просто издал закон, но и приложил к нему комментарии с максимально возможным перечнем случаев и дополнял бы его с течением времени.

– Евгений Владимирович, в этом году произошли изменения не только в законодательной базе. Наша страна попала под санкции и переживает, скажем прямо, не лучшие времена. Как отреагировала строительная отрасль региона? Застройщики стали больше экономить на качестве?

– Все мы стали заложниками этой ситуации. Но темпы строительства в регионе несколько не упали (в 2021 году в Тюменской области было построено более 1 млн 700 тысяч квадратных метров жилья, регион вошел в семерку лучших в стране – прим. ред.). В Управлении госстройнадзора по Тюменской области на контроле сегодня – порядка 450 объектов, и это не считая тех, которые проходят по обращениям от физических и юридических лиц.

А по поводу экономии... Знаете, стройка – очень сложная система. И если попытаться выработать в отношении нее какой-то алгоритм, то в 99 % случаев это невозможно, там столько нюансов, столько подводных камней. Нужны рабочие руки, чтобы построить объект, нужны строительные материалы, оборудование. А сейчас что произошло? Кто-то закупил материалы из-за рубежа, все оплатил, а материалы ему не приходят. Застройщики вынуждены искать аналоги или организовывать поставки через страны-партнеры. Они прекрасно понимают, что обязательства никто не отменял, и стараются найти выход из ситуации. И я бы не стал говорить, что все экономят. В конце концов, застройщик еще пять лет после ввода объекта в эксплуатацию за него отвечает, так что экономить – себе дороже.

Кстати, в нашем регионе производится достаточно собственных качественных материалов, и это – отличное подспорье нашей строительной отрасли. Не остается в стороне и вопрос импортозамещения – он находится на контроле у региональных СРО (*сегодня в Тюменской области их три: союз «Организация изыскателей Западно-Сибирского региона», союз «Саморегулируемая организация проектировщиков «Западная Сибирь», союз «Саморегулируемая организация строителей Тюменской области» – прим. ред.*). Мы с ними тесно сотрудничаем и знаем, какую большую помощь они оказывают всем участникам строительного рынка.

– Строительство – понятие очень емкое: строятся не только жилые комплексы, школы, больницы, театры и т. д., но и небольшие объекты разного назначения. Есть ли нюансы в строительном надзоре?

– Можно сказать, что существует два вида госстройнадзора. В рамках первого, согласно части 1 статьи 54 Градостроительного кодекса РФ, мы осуществляем программные проверки тех объектов, проектная документация которых подлежит экспертизе.

Но есть и другие, неподнадзорные по первому виду, при их строительстве экспертиза проектной документации не обязательна. Это, в основном, производственные объекты с площадью до 1 500 квадратных метров, которые не предусматривают массового пребывания людей (разрешенная вместимость до 50 человек), частные дома и т. д. В отношении них госстройнадзор осуществляется только при наличии оснований, предусмотренных 248-ФЗ. Например, поступают сигналы от физических, юридических лиц, из СМИ, что строящийся объект превышает параметры полученного разрешения на строительство по этажности либо по отступам от границ соседних земельных участков, предусмотренным правилами землепользования и застройки. И мы реагируем, проверяем.

– А как идет борьба с несанкционированными постройками?

– Нам также поступает информация от граждан, из органов местного самоуправления, ино-

гда с просьбой разъяснить, что строится на том или ином земельном участке. Если у нас данных по объекту нет, делаем запрос в администрацию. В случае если разрешение на строительство не выдавалось, но по закону застройщик должен был его получить, мы проводим контрольно-надзорные мероприятия без взаимодействия для установления факта строительства объекта капитального строительства и, если такой факт подтвердится, направляем уведомление о выявлении самовольной постройки в орган местного самоуправления. Далее принимается решение о сносе этой постройки либо о приведении ее в соответствие с требованиями.

– Бывают случаи, когда собственник по той или иной причине решает изменить функциональное назначение построенного объекта. Есть ли способы избежать этого?

– Действительно, проблема такая в целом по стране существует. Я пытался разобраться в этой ситуации, изучал мнение экспертов, практику. По сути, если речь идет об объектах, проектная документация которых прошла экспертизу, такой вариант практически невозможен: проектная документация содержит отдельный раздел, где прописаны правила эксплуатации в зависимости от назначения здания (например, это жилой многоквартирный дом или заводской цех). Проблемы чаще возникают как раз с теми объектами, по которым экспертиза проектной документации не требуется. В нашей практике было такое обращение: по документам здание введено в обращение как спортивный объект, но по факту эксплуатируется как продовольственный магазин. Но, поскольку в отношении объекта внесена запись в ЕГРН, то есть право на него зарегистрировано и он считается введенным в эксплуатацию, в рамках предоставленных полномочий по региональному госстройнадзору мы никак на ситуацию повлиять не смогли.

– Сегодня люди много думают и говорят об экологии. Это отражается и в обустройстве парков и скверов, и в строительстве зданий. То и дело возникают мысли и о строительстве многоэтажных деревянных домов. На Ваш взгляд, есть ли будущее у деревянного стро-

ительства в Тюмени? И есть ли принципиальные отличия в строительном надзоре над такими объектами?

– Это не просто мысли. Минстроем РФ подготовлена дорожная карта по развитию деревянного домостроения на период до 2024 года. Уже есть реализованный проект в Новосибирской области, до конца 2022 года планируется завершить строительство четырехэтажных многоквартирных жилых домов в Вологодской области. Данная тема довольно интересна: суть в том, что материал, который применяется для строительства, так спрессован, что по прочности не уступает бетону. Не исключаю, что и у нас появятся такие объекты, пока смотрим, изучаем опыт других регионов.

Если говорить о госстройнадзоре, то здесь ничего не изменится: мы проверяем соответствие выполняемых работ и применяемых строительных материалов проектной документации.

– Один из основных векторов развития страны сейчас, несмотря ни на какие внешние трудности, – цифровизация всех процессов. Это коснется госстройнадзора?

– Конечно. Распоряжением Минстроя РФ от 20 декабря 2021 года № 3719-р утверждена дорожная карта на цифровизацию всех органов государственного строительного надзора. В данный момент мы работаем в государственной информационной системе «Типовое облачное решение по автоматизации контрольной (надзорной) деятельности» (ГИС ТОР КНД), где аккумулируется информация всех видов контроля (надзора). Но она не очень удобна в использовании, так как является общей и не содержит необходимого именно нам функционала. Поэтому вопрос поиска подходящего варианта плотно прорабатывается.

Весной мы как раз участвовали в ВКС, где разработчики из Казани, Санкт-Петербурга,

Москвы презентовали свои программы (ведомственные информационные системы). Пока по стране их не очень много внедрено, по пальцам можно пересчитать, но использование этих систем много времени нам высвободит. К примеру, сейчас инспекторы работают с огромным количеством документов. Представьте, нам поступает извещение о начале строительства, и инспектору надлежит проверить комплектность представленных с ним документов, подготовить приказы о включении объекта в реестр, о назначении ответственного лица, разработать программу проверок и еще много иных документов. И каждый нужно заполнять самостоятельно, вбивая данные, представленные застройщиком.

Что дает информационная система? Все важные данные заносятся один раз в электронном виде (например, наименование строительной организации, название объекта, сроки начала и окончания строительства, сведения об организации-заказчике), далее они автоматически встают в нужные формы, исчезает необходимость их дублировать из документа в документ. Мы уходим от бумажной волокиты. У каждого застройщика появляется личный кабинет, где есть все необходимые сведения о нем, о строящихся объектах (включая информационную модель BIM), через него он может направлять нам документы. Это значительно ускорит процесс работы.

Еще один плюс: подобные программы дают онлайн-доступ к картам регионов с возможностью отмечать на них объекты. Очень удачное решение, на мой взгляд, реализовано в Московской области: интерактивная карта доступна не только органам госстройнадзора, но и населению. Любой человек может свериться с картой и в случае, если какой-то объект строится, а сведений о нем нет, тут же отправить информацию. Инспекция госстройнадзора на такие звоночки отреагирует сразу.

ПОБЕДИТЕЛИ XXI КОНКУРСА «НА ЛУЧШЕЕ ДОСТИЖЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2021 ГОД»

WINNERS OF THE XXI CONTEST "FOR THE BEST ACHIEVEMENT IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY OF THE TYUMEN REGION IN 2021"

В номинации «Организация года» почетные дипломы победителя конкурса присуждены:

Среди генподрядных организаций численностью свыше 300 человек:

- ООО «Запсибгазпром-Газификация».

Среди генподрядных организаций численностью до 300 человек:

- АО «СМП-280».

Среди организаций промышленности строительных материалов численностью свыше 300 человек:

- ООО «Винзилинский завод керамических стеновых материалов».

Среди организаций промышленности строительных материалов численностью до 300 человек:

- ООО «Сибжилстрой».

Среди организаций-заказчиков:

- ООО «Специализированный застройщик «ИНКО и К».

Среди учреждений образования, готовящих специалистов для строительной отрасли:

- Строительному институту ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»;
- ГАПОУ ТО «Тюменский техникум строительной индустрии и городского хозяйства»;
- Многопрофильному колледжу ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»;
- ГАПОУ ТО «Тюменский колледж производственных и социальных технологий».

В номинации «Организация года» дипломы лауреата конкурса присуждены:

Среди генподрядных организаций численностью свыше 300 человек:

- АО «Тюменская домостроительная компания»;
- АО «Мостострой-11».

Среди генподрядных организаций численностью до 300 человек:

- ООО «ЭНКО ГРУПП».

Среди организаций промышленности строительных материалов численностью свыше 300 человек:

- ООО «Винзилинский завод керамзитового гравия».

Среди организаций-заказчиков:

- ОАО «Запсибгазпром».

В номинации «Руководитель года» почетные дипломы победителя конкурса присуждены:

Среди генподрядных организаций численностью свыше 300 человек:

- Мурзину Михаилу Николаевичу – генеральному директору ООО «Запсибгазпром-Газификация»;
- Щепелину Николаю Игнатьевичу – генеральному директору АО «Тюменская домостроительная компания»;
- Руссу Николаю Александровичу – генеральному директору АО «Мостострой-11».

Среди генподрядных организаций численностью до 300 человек:

- Низамовой Елене Валериевне – генеральному директору ООО «ЭНКО ГРУПП».

Среди организаций промышленности строительных материалов численностью свыше 300 человек:

- Саммасову Риволу Фердаусовичу – генеральному директору ООО «Винзилинский завод керамзитового гравия».

Среди организаций-заказчиков:

- Водопьянову Юрию Леонидовичу – генеральному директору ОАО «Запсибгазпром».



В номинации «Руководитель года» дипломы лауреата конкурса присуждены:

Среди организаций промышленности строительных материалов численностью свыше 300 человек:

- Жалнину Денису Викторовичу – генеральному директору ООО «Винзилинский завод керамических стеновых материалов»;
- Бойко Татьяне Васильевне – генеральному директору ООО «Сибжилстрой».

В номинации «Объект года» почетные дипломы победителя конкурса присуждены:

А. Новое строительство

Среди генподрядных организаций численностью свыше 300 человек:

- ООО «Запсибгазпром-Газификация» – строительство крытого бассейна на военной базе «Арктический трилистник» на острове Земля Александры, архипелаг Земля Франца-Иосифа.

Среди генподрядных организаций численностью до 300 человек:

- АО «Тюменьтел» – строительство поликлиники на 500 посещений в мкр. Ямальский-2, Тюмень;
- ООО «ЭНКО ГРУПП» – ЖК «Айвазовский», Тюмень;
- ОАО «Запсибгазпром» – выполнение проектно-изыскательских и строительно-монтажных работ по объекту: «Строительство объекта капитального строительства «Международный Центр реабилитации, репродукции и сохранения редких видов птиц на Камчатке».

Среди организаций промышленности строительных материалов численностью до 300 человек:

- ООО «Выбор-КСМ» – цех камнеформовки.

Среди организаций-заказчиков:

- ГКУ ТО «Управление капитального строительства» – строительство центра культурного развития с концертным залом, Ишим;
- ООО «Специализированный застройщик «Квартал» – ЖК «Мой квартал».

Б. Реконструкция

Среди генподрядных организаций численностью свыше 300 человек:

- АО «Мостострой-11» – выполнение работ по реконструкции транспортной развязки в разных уровнях на пересечении ж/д «Москва – Владивосток» с ул. Мельникайте, Тюмень.

ЛЮДИ, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ/PEOPLE, EVENTS, FACTS

В. Благоустройство

Среди организаций-заказчиков:

- Управе Калининского административного округа Администрации города Тюмени – благоустройство территории общего пользования по ул. Ленина в границах ул. Семакова – Кирова: сквер им. В. П. Крапивина.

В номинации «Объект года» дипломы лауреата конкурса присуждены:

А. Новое строительство

Среди генподрядных организаций численностью до 300 человек:

- АО «СЗ «Партнер-Строй» – многоквартирный жилой дом ГП-8 ЖК «Ожогино»;
- АО «Отделочник-20» – строительство детского сада в районе ЖК «Видный», Тюмень.

Среди организаций-заказчиков:

- ООО «СЗ «Меридиан Групп» – ЖК «Первая Линия. Гавань»;
- ООО «СЗ «Стройтехнологджи», Группа компаний TIS – апартаменты SALUT.

В номинации «Технология года» почетные дипломы победителя конкурса присуждены:

Среди организаций промышленности строительных материалов численностью свыше 300 человек:

- ООО «Винзилинский завод керамических стеновых материалов» – производство лицевого керамического кирпича с офактуренными поверхностями.

Среди научно-производственных организаций:

- ООО НПО «Фундаментстройаркос» – строительство жилых и общественных зданий на многолетнемерзлых грунтах без проветриваемого подполья с применением естественнодействующих углекислотных систем замораживания ВЕТ и ГЕТ.

В номинации «Продукт года» почетные дипломы победителя конкурса присуждены:

Среди организаций промышленности строительных материалов численностью свыше 300 человек:

- ООО «Винзилинский завод керамзитового гравия» – за выпуск широкой номенклатурной линейки продукции высокого качества.

Среди организаций промышленности строительных материалов численностью до 300 человек:

- ООО «Сибжилстрой» – цементно-стружечные плиты;
- ООО «Армкреп» – сетка композитная полимерная для армирования кирпичной кладки «Армкреп».

В номинации «Проект года» почетные дипломы победителя конкурса присуждены:

А. Лучший архитектурный проект жилищного назначения

Среди генподрядных организаций численностью до 300 человек:

- АО «СЗ «Партнер-Строй» – ЖК «Ритмы».

Среди организаций-заказчиков:

- ООО «СЗ «Меридиан Строй» – ЖК «Меридиан Юг»;
- ООО «СЗ «ИНКО и К» – ЖК «Ария»;
- ООО «СЗ «Династия» – ЖК «Онегин. Дом у озера».

Б. Лучший архитектурный проект общественного назначения

Среди генподрядных организаций численностью свыше 300 человек:

- ООО «СЗ «Завод ЖБИ-3» – строительство школы в жилом районе «Тура», Тюмень.

Среди проектных организаций:

- ООО «Мастерская архитектора Табанакова А.В.» – благоустройство иной территории общего пользования по ул. Дзержинского» в пределах улиц Дзержинского – Осипенко – Челюскинцев – Республики, Тюмень;
- АО «Институт Тюменьгражданпроект» – строительство спортивно-оздоровительного комплекса в мкр. 7а, Тобольск.

В номинации «Проект года» диплом лауреата конкурса присужден:

Среди генподрядных организаций численностью до 300 человек:

- ООО «ЭНКО ГРУПП» – ЖК «Никольский».

В номинации «Развитие населенных пунктов» почетные дипломы победителя конкурса присуждены:

А. Проектирование

Среди организаций-заказчиков:

- МКУ «Служба заказчика по благоустройству Центрального административного округа города Тюмени» – реконструкция ул. Дзержинского.

Б. Новое строительство

Среди генподрядных организаций численностью свыше 300 человек:

- АО «Тюменская домостроительная компания» – ЖК «Ново-Комарово».



*Победители конкурса «На лучшее достижение
в строительной отрасли Тюменской области за 2021 год»*

ЛЮДИ, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ/PEOPLE, EVENTS, FACTS

Среди специализированных электромонтажных организаций до 300 человек:

- ООО «ДСК-Энерго» – строительство сетей электроснабжения жилого района «Ново-Комарово»; строительство сетей электроснабжения жилого района «Ново-Патрушево».

В. Благоустройство

Среди организаций-заказчиков:

- Управе Калининского административного округа Администрации города Тюмени – благоустройство озелененной зоны общественного пространства по ул. Амурская, 68, Тюмень;
- ООО «СЗ «Квартал» – благоустройство сквера А. В. Михайлова («Мой парк»), Тобольск.

В номинации «Развитие населенных пунктов» диплом лауреата конкурса присуждается:

Среди организаций-заказчиков:

- Управе Калининского административного округа Администрации города Тюмени – благоустройство озелененной зоны – сквера Железнодорожников, Тюмень.

В номинации «Лучший застроенный микрорайон» почетный диплом победителя конкурса присуждается:

А. Многоэтажная комплексная застройка

Среди организаций-заказчиков:

- ООО «СЗ «ПИК-Тура» – микрорайон ЖК «Озерный парк».

Б. Малоэтажная комплексная застройка

Среди организаций-заказчиков:

- ООО «СЗ «Навигатор. Строительство» – ЖК «Зеленые аллеи».

Элита строительного комплекса Тюменской области:

- АО «Тюменская домостроительная компания»;
- АО «Мостострой-11»;
- ООО «СЗ «Завод ЖБИ-3»;
- ООО «Винзилинский завод керамзитового гравия»;
- ООО «ЭНКО ГРУПП»;
- Строительный институт ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет».

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

