

ISSN 2782-232X

АСТ

АРХИТЕКТУРА СТРОИТЕЛЬСТВО ТРАНСПОРТ

ARCHITECTURE • CONSTRUCTION • TRANSPORT



№ 2 (96)
2021

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

The journal is published 4 times a year

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

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 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)

- 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**

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

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

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

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

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

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

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

Захаров Николай Степанович, д. т. н., профессор, действительный член Академии транспорта РФ, Тюменский индустриальный университет, Тюмень

Ковенский Илья Моисеевич, 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

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

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

Редакция

Маслова Евгения Анатольевна – редактор
Николаева Юлия Юрьевна – редактор
Николюк Светлана Анатольевна – дизайнер

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Нанак 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

Воронцов Вячеслав Викторович, к. т. н., доцент, директор Департамента образования Администрации города Тюмени

Адрес редакции

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

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**

Vladimir G. Barsukov, D. Sc. in Engineering, Associate Professor, Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno (Republic of Belarus)

Leonid A. Bartolomey, D. Sc. in Engineering, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen

Anatoliy V. Borodinec, D. Sc. in Engineering, Professor, Riga Technical University, Riga (Latvia)

Nikolay I. Vatin, D. Sc. in Engineering, Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg

Andrey A. Volkov, D. Sc. in Engineering, Professor, Corresponding Member of the RAACS, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow

Zoran Grdić, D. Sc. in Engineering, Professor, University of Niš, Niš (Serbia)

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

Nikolay S. Zakharov, D. Sc. in Engineering, Professor, Full Member of the Academy of Transport of Russian Federation, Industrial University of Tyumen, Tyumen

Ilya M. Kovenskiy, D. Sc. in Engineering, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen

Zarui G. Mamyan, C. Sc. in Architecture, Associate Professor, National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan (Armenia)

Viktor V. Mironov, D. Sc. in Engineering, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen

Shakhbuba M. Merdanov, D. Sc. in Engineering, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen

Igor G. Ovchinnikov, D. Sc. in Engineering, Professor, Full Member of the Academy of Transport of Russian Federation, Perm National Research Polytechnic University, Perm;

Alexander V. Panfilov, C. Sc. in Architecture, Associate Professor, Department of Construction, Architecture and Land Relations of the Administration of Salekhard, Salekhard

Marlena Rajchik, D. Sc. in Engineering, Professor, Czestochowa University of Technology, Czestochowa (Poland)

Vladimir G. Sokolov, D. Sc. in Engineering, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen

Alexander A. Tarasenko, D. Sc. in Engineering, Professor, Industrial University of Tyumen, Tyumen

Chengzhi Qi, D. Sc. in Physics and Mathematics, Professor, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing (China)

Mikhail N. Chekardovski, 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

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, Industrial University of Tyumen

Viktor N. Nanaka, First Deputy Director of "UTEK-RS" JSC

Mikhail V. Babiychuk, 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

Vyacheslav V. Vorontsov, C. Sc. in Engineering, Associate Professor, Director of the Department of Education of the Administration of Tyumen

Edition

Evgeniya A. Maslova – editor

Yuliya Yu. Nikolaeva – 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

Содержание

Архитектура

А. М. Юстус

Сравнительный анализ колористики архитектуры исторических центров городов юга Тюменской области..... 6

А. А. Аршакян, З. Г. Мамян

Задачи градостроительных трансформаций функциональных зон 17

Строительство

Л. В. Муравьева, И. Г. Овчинников

Особенности расчета технологических трубопроводов обустройства морского месторождения с использованием корреляции данных сейсмического воздействия 24

С. В. Максимова, А. А. Воронов

Исследование сорбционной способности отходов обрезки городских деревьев по отношению к растворенным нефтепродуктам в водных средах 33

Е. С. Глущенко, А. А. Кадысева

Методы дезодорации сточных вод на канализационных очистных сооружениях 40

И. С. Довольнов

Анализ применимости методов подземного строительства гражданских и промышленных зданий 50

В. Ю. Гулик

Перспективы внедрения BIM-технологий 58

Транспорт

А. И. Петров

Дорожно-транспортная аварийность в Тюмени: тренды XXI века 64

М. Курума, А. В. Куликов

Совершенствование организации автомобильных перевозок продуктов питания в торговые центры Конакри (Гвинея) за счет оптимизации цепочек поставок 76

Д. А. Захаров

Применение транспортного моделирования при оценке эффективности переноса Транссибирской железной дороги за границы города Тюмени 90

Информация для авторов

Правила подготовки рукописи (на русском языке) 98

Правила подготовки рукописи (на английском языке) 100

Люди, события, факты

А. К. Лазаренко

Фундаментальные теории и социальные системы 102

Строительство в Арктике: в поиске новых решений (интервью с А. Н. Краевым) 106

Contents

Architecture

A. M. Justus

Coloristics comparative analysis of the historical centers' architecture of the cities in the south of the Tyumen region 6

A. A. Arshakyan, Z. G. Mamyán

Tasks of urban planning transformations of functional zones 17

Construction

L. V. Muravieva, I. G. Ovchinnikov

Features of the analysis of technological pipelines for the development of an offshore field using the correlation of seismic impact data 24

S. V. Maksimova, A. A. Voronov

Research of sorption capacity of cutting waste of urban trees in relation to dissolved petroleum products in aquatic environments 33

E. S. Glushchenko, A. A. Kadyseva

Wastewater deodorization methods at wastewater treatment plants 40

I. S. Dovolnov

Analysis of the applicability of methods of underground construction of civil and industrial buildings..... 50

V. Yu. Gulik

Prospects for the introduction of BIM-technologies..... 58

Transport

A. I. Petrov

Road traffic accidents rate in Tyumen: 21th century trends 64

M. Kuruma, A. V. Kulikov

Improving the organization of food transportation by road to shopping centres in Conakry (Guinea) by optimizing supply chains 76

D. A. Zakharov

Transport modelling application in assessing the efficiency of the Trans-Siberian Railway transfer beyond the borders of the city of Tyumen..... 90

Instructions for Authors

Manuscript preparation guidelines (In Russian) 98

Manuscript preparation guidelines (In English) 100

People, Events, Facts

A. K. Lazarenko

Fundamental theories and social systems 102

Construction in the Arctic: in search of new decisions (*interview with A. N. Krayev*) 106

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОЛОРИСТИКИ АРХИТЕКТУРЫ ИСТОРИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ ГОРОДОВ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

А. М. Юстус

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

COLORISTICS COMPARATIVE ANALYSIS OF THE HISTORICAL CENTERS' ARCHITECTURE OF THE CITIES IN THE SOUTH OF THE TYUMEN REGION

Anastasia M. Justus

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. В статье представлены результаты исследования и анализа общего состояния колористики архитектурных сооружений исторических районов городов юга Тюменской области. Приведены примеры фотофиксации и формализованные цветовые схемы фасадов зданий выбранных районов. Представлена сводная таблица цветов, характерных для исторических центров исследуемых городов. Определены различия в полихромии и возможные варианты развития концепции колористики архитектурной среды исследуемых городов.

Ключевые слова: юг Тюменской области, цветовая палитра города, Тюмень, Тобольск, Ялуторовск, Заводоуковск, каркас и ткань города, коммуникативная значимость архитектурных объектов, формализованный цвет, цветовой генеральный план

Abstract. The article presents the results of research and analysis of the general state of the architectural structures' coloristics in historical areas of a number of cities in the south of the Tyumen region. It contains the examples of photofixation and formalized color schemes of the selected building facades, and provides a summary table of typical colors in the historical centers of cities under study. The differences in the polychromy of the studied cities and possible options for the development of the concept of coloristics of the architectural environment of these cities are determined.

Key words: south of Tyumen region, color palette of the city, Tyumen, Tobolsk, Yalutorovsk, Zavodoukovsk, frame and fabric of the city, communicative significance of architectural objects, formalized color, color master plan

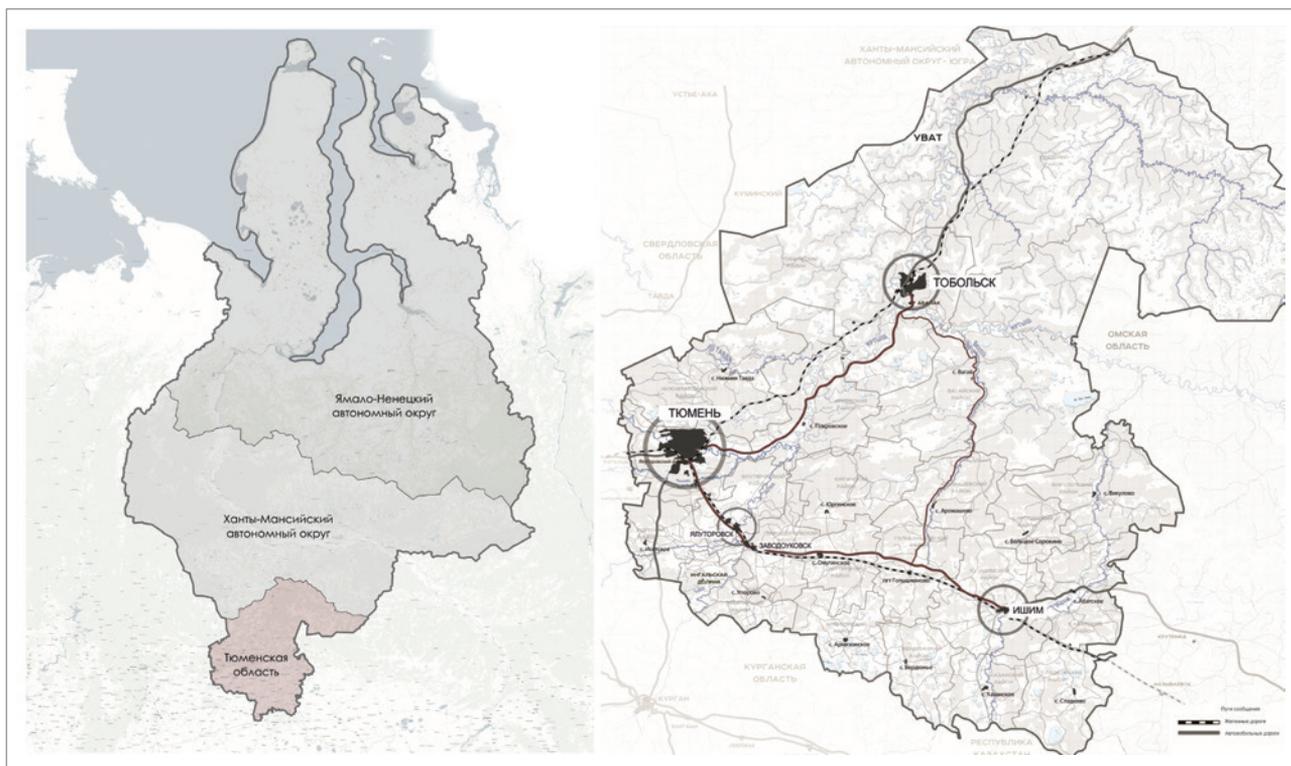


Рис. 1. Границы Тюменской области и ее субъектов (слева) и схема расположения городов и населенных пунктов юга Тюменской области (справа)

Введение

Тюменская область располагается в центре Евразии, на западе азиатской части России, и занимает большую часть Западно-Сибирской равнины, простираясь от степей Казахстана до берегов Северного Ледовитого океана (рис. 1). Благоприятное экономико-географическое положение региона определяется его близостью к экономически развитым районам европейской части страны, прежде всего к Уралу, обеспеченностью разнообразными природными ресурсами. Эти факторы, наряду с политической стабильностью, составляют инвестиционную привлекательность области и являются условиями ее экономического развития.

В границах региона расположены три равноправных субъекта Федерации: Тюменская область (юг Тюменской области), Ханты-Мансийский автономный округ – Югра и Ямало-Ненецкий автономный округ.

В крупных городах юга Тюменской области (Тюмени, Тобольске, Ишиме, Ялуторовске) и не-

которых других населенных пунктах развернуты различные производства: предприятия нефтехимии, машиностроения, изготовления товаров народного потребления и ВПК. Юг области населен более плотно по сравнению с северными районами. Здесь сосредоточены и основные сельскохозяйственные угодья. Как отмечено в [1], «юг Тюменской области выполняет важные функции опорной базы освоения нефтегазовых районов – именно здесь расположены основные научно-исследовательские, проектно-конструкторские организации, заводы по ремонту оборудования блочно-комплексных устройств для разработки месторождений».

Обоснование необходимости исследования и сравнительного анализа полихромии исторических центров городов юга Тюменской области

Для исследования основного колористического и архитектурного наследия юга Тюменской области можно остановиться на анализе архитектурной среды Тюмени, Тобольска, Ишима, Ялуторовска, Заводоуковска – исторических и

наиболее важных по своему значению населенных пунктах региона.

В последнее время стали больше внимания уделять вопросам комфортного проживания людей и, как следствие, комплексному благоустройству городов. Кроме того, стали обращать внимание на колористику архитектурных сооружений и городской среды в целом. Иногда к разработке концепции колористики исторических зданий обращаются раньше, чем решают вопрос благоустройства исторического района в целом. Цвет служит средством информации, оказывает мощное психологическое влияние на человека, способен вызывать сильные эмоции и эстетические переживания. Цель колористики – создать индивидуальный облик, усилить привлекательность городов, сделать пребывание в них комфортнее, а среду информативнее, понятнее и безопаснее.

Города юга Тюменской области служат еще и своеобразной базой для людей, работающих вахтовым методом на севере региона. Часто после выхода на пенсию северяне переезжают сюда на ПМЖ. Кроме того, в последнее время нередко поднимается вопрос о необходимости раскрытия туристического потенциала этих городов.

Таким образом, возникает потребность в исследовании полихромии городов, сборе информации о традиционных и современных цветоносителях, предпочитаемых жителями цветах. И, конечно, самыми информативными в плане традиционных материалов и цветов для анализа полихромии этих городов будут исторические центры с их разновременной и разностилевой застройкой. Там можно найти истоки цветовых предпочтений горожан и почувствовать душу города. Полихромия исторических районов, органично сочетающая в себе напластования различных эпох, требует осмысления, что может являться единственно правильным подходом к профессиональному упорядочению полихромии как художественной целостности благодаря локальным закономерностям ее развития. «Выявление этих закономерностей, создание на их основе цветовой системы, гибкой и открытой к дальнейшим изменениям, составляет содержание научно-исследовательского и проектного

поиска в области колористики старых районов города», – отмечает А. В. Ефимов [2].

Современная застройка ведется очень быстрыми темпами, строительство осуществляется не только в спальных районах, но и в исторических частях городов. Колористические решения при возведении архитектурных сооружений и целых комплексов часто бывают спонтанными, не имеющими опоры ни на исторические цвета архитектуры данного региона и конкретного города, ни на цвета природных материалов, характерных для данной местности. Также не всегда учитываются цветовые предпочтения горожан, не поднимается вопрос о том, насколько уместно использование тех или иных цветов. Нет опоры на методику проектирования цвета, на классификацию районов и зданий по иерархии их значимости. Реставрация и ремонт архитектурных сооружений в исторической части города зачастую осуществляются бессистемно, без опоры на историю. По мнению [3], анализ цветовой среды и ее развития во времени позволяет выделить ряд индивидуальных характеристик цветовой среды, процессов ее становления, а также особенности норм полихромии, способов их возникновения и превращения в стереотипы, развития и возможных трансформаций либо разрушения.

Действенным подходом в современной работе со средствами колористики может стать обращение к историко-культурной ретроспективе, основам цветовой культуры и сложным процессам цветовой деятельности, что поможет составлению адекватной картины при исследованиях и проектировании цветовой среды: «Это позволяет максимально приблизить каждое конкретное решение и фрагмент реальной среды к специфике "места", найти индивидуальный образ, создать уникальный dress-code для любого пространства (которые в отличие от системы внедряемых дизайн-кодов и регламентов должны быть более глубоко погружены в особенности культуры и жизни территории)» [3].

Опираясь на методики формирования колористики архитектурной и городской среды, представленные в работах таких известных архитекторов, как Ж. Ф. Ланкло (J. Ph. Lenclos) [4],

А. Э. Гутнов [5], А. В. Ефимов [6], необходимо разработать методику, адаптированную для городов нашего климатического пояса и ориентированную на менталитет людей, привыкших к трудным условиям проживания в сибирском регионе, а также учитывающую многонациональный состав городов юга Тюменской области.

Формирование цветовой среды города является процессом многоплановым, трудно дифференцируемым, так как архитектурная застройка не всегда идет согласно плану, в данный процесс вмешивается целенаправленная и бытовая потребительская деятельность. В этих условиях необходимо наладить связь профессиональных архитекторов с потребителями, требуется проведение общественных слушаний по разрабатываемым проектам, в том числе колористическим концепциям. Как отмечает О. Е. Железняк, такой подход «позволяет соотнести "искусственное воздействие" профессионалов на ход развития колористики среды со спонтанной деятельностью непрофессионалов/обывателей/потребителей» [3].

Также необходимо взаимодействие архитекторов-профессионалов с органами местного самоуправления. Требуется утверждение и принятие цветового генплана города для осуществления дальнейшего контроля за применением определенных цветов в городской архитектуре, особенно в исторической части города.

Результаты/обсуждение

В рамках проекта «Архитектурный образ региона» в Тюменском индустриальном университете (руководитель проекта – С. Б. Капелева) были проведены исследования состояния колористики архитектурной и городской среды населенных пунктов Тюменской области. Главным консультантом проекта выступил А. В. Ефимов, крупнейший архитектор, специалист в области исследования и проектирования полихромии городской среды в России и за рубежом.

Целью и задачами исследования было установить состояние колористики в городах, в первую очередь в исторических районах, найти общие черты и различия в полихромии архитектурных объектов для дальнейшей разработки об-

щей методики создания концепции колористики опорных и базовых городов Тюменской области и разработки их индивидуального образа.

Выбор городов для анализа осуществлялся по следующим критериям: стратегическое значение, история, величина, плотность населения.

Аналитическая часть проекта включала:

1. обозначение границ Тюменской области (включая автономные округа), а также основных исследуемых городов и находящихся рядом населенных пунктов на карте юга Тюменской области;
 2. состав и структуру городов по генеральному плану (районы, магистрали);
 3. определение социальных центров притяжения и дорожной структуры исторических частей городов, схемы экспозиционных пространств (рис. 2);
 4. фотофиксацию (формирование разверток улиц, первичную оценку цветового каркаса основных архитектурных объектов в исторической части города);
 5. определение ключевых архитектурных объектов в исторических частях исследуемых городов;
 6. исследование технологических возможностей цветоносителей:
 - местных строительных материалов;
 - привозных строительных материалов;
 - колористических особенностей местной почвы и растительности.
 7. формализацию (детальный анализ существующей колористики выбранных архитектурных объектов в исторической части города);
 8. анализ объектов колористической культуры населения (коренных жителей), выявление традиционных цветов на примере тюменского ковроткачества, деревянной резьбы, косторезного искусства в Тобольске, живописных полотен местных художников и т. д.
- Итоговая часть проекта была представлена сравнительным анализом колористики городов юга Тюменской области, включающим:
1. факторы, влияющие на формирование колористической среды исследуемых городов (результаты исследования);

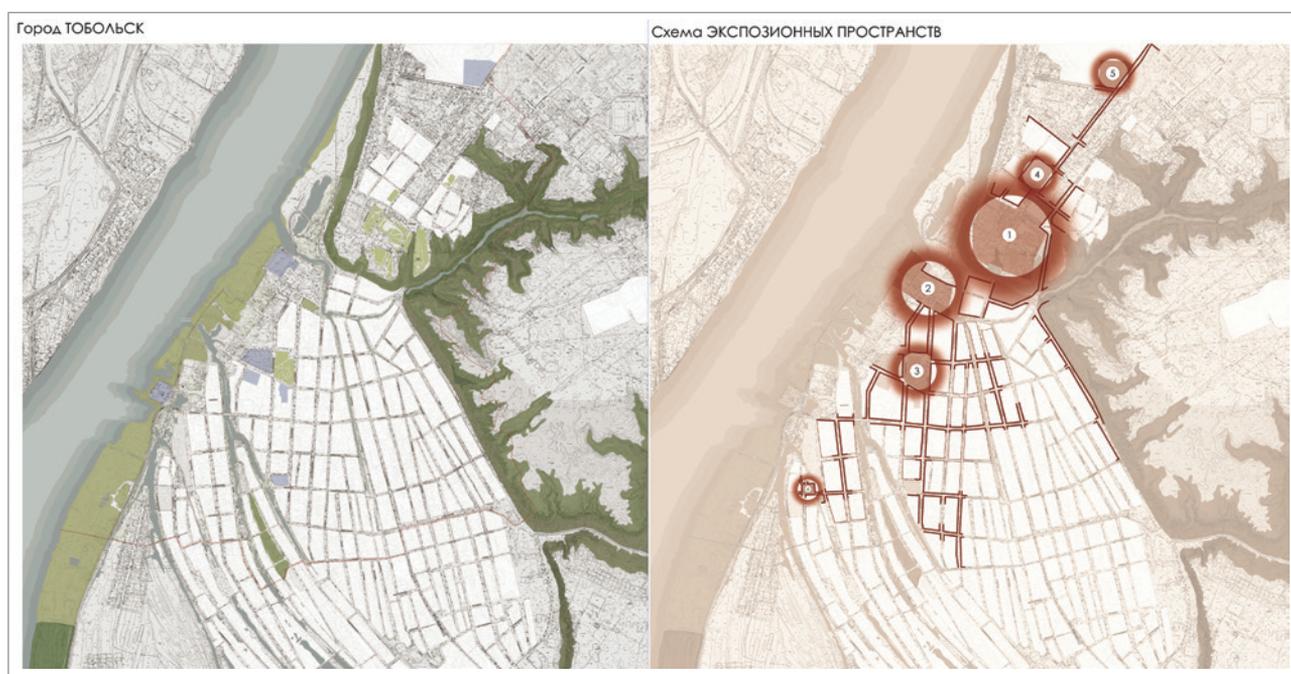


Рис. 2. Определение экспозиционных пространств на примере города Тобольска

2. таблицу по колористике архитектурных объектов в исторических частях исследуемых городов;
3. вывод с описанием сходств и различий в колористике исторических частей исследуемых городов.

На основании проделанной работы были подготовлены рекомендации по разработке основных методических принципов для формирования колористики архитектурной среды исследуемых городов.

В исследовательской части проекта важно было определить каркас и ткань каждого города, основываясь на его магистрально-уличной сети и на классификации зданий по степени их коммуникативной значимости. Следовало проанализировать и выделить основные экспозиционные пространства, включающие в себя наиболее характерные или интересные в плане определения местной традиционной колористики здания. Была осуществлена фотофиксация, определены цветоносители и проведена формализация цвета основных исторических архитектурных сооружений во всех исследуемых городах. Полный объем фотографий и схем исследования колористики содержится в отчетных альбомах проекта

«Архитектурный образ региона» Тюменского индустриального университета.

Следующий этап – определение центров социального притяжения (исторических памятников, музеев, администраций, вузов, школ, детских садов, торговых центров и пр.) и дифференциация архитектурных объектов на доминанты, ориентиры, акценты (каркас) и объекты второго и третьего порядка (в основном это жилые здания – ткань). На данном этапе исследования была выполнена фотофиксация отдельных архитектурных объектов без выполнения разверток улиц и дифференциации объектов по степени значимости, так как это только исследовательская часть проекта, без концептуального предложения по разработке колористики для каждого отдельно взятого города.

Фотофиксацию архитектурных объектов главных исторических улиц в городах необходимо провести при различном освещении, в различное время года, обязательно необходимо определиться с инсоляцией, расположением зданий на теневых и освещенных сторонах улиц. Формализованный цвет определяется в полутеневой части фасадов, где можно установить истинный цвет предмета (рис. 3).

Общая колористика города

1 - Красная площадь (Комплекс Кремля, Дворца Наместника, Торемного замка)



2 - Базарная площадь



3 - Александровский сад



4 - ул. С. Ремезова (от Красной площади до ул. Аптекарской)



5 - Ансамбль Казенных винных складов



6 - ул. Декабристов (от ул. М.Джалиля до ул. Басова)



Рис. 3. Фотофиксация и формализованный цвет архитектурных сооружений на примере главных исторических улиц города Тобольска

фото: <http://www.vashkover.ru/tradicionniye>

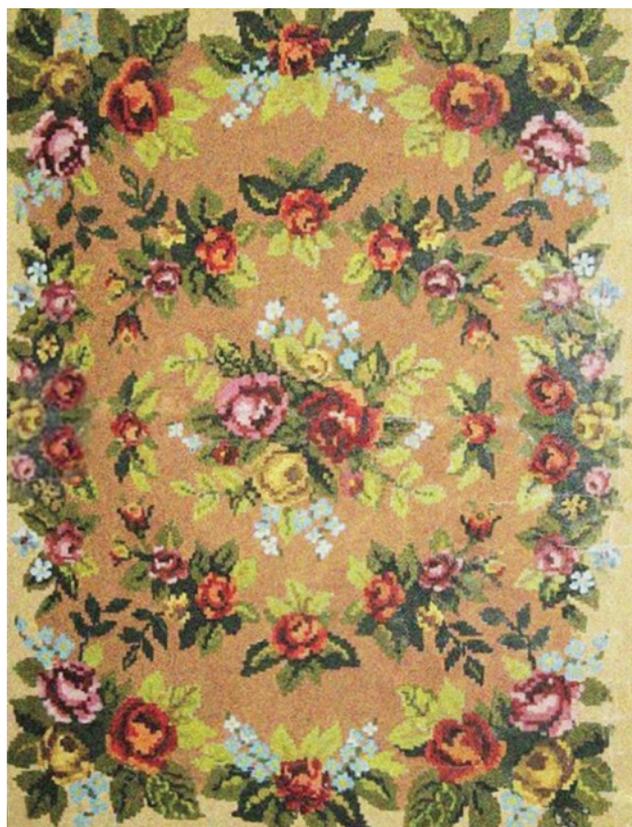


Рис. 4. Примеры тюменского ковроткачества

Изучение и анализ цветочных традиций

Изучение народного творчества и декоративно-прикладного искусства дает дополнительные сведения о цветовых предпочтениях людей, населяющих исследуемую территорию.

Истоки цветочных достижений первоначально кроются в живописи и прикладном искусстве, затем возникают в архитектуре и дизайне. В общем потоке цветочной культуры именно взаимодействие этих областей приводит к интеграции высших цветочных достижений.

В ходе работы над проектом были изучены основные традиционные направления народного творчества в исследуемых городах. Деревянное зодчество в них являлось преобладающим в исторической застройке. Примеры деревянной резьбы можно встретить в Тюмени и Тобольске. Тюменское ковроткачество со своими характерными чертами известно было даже за границей [7]. Цвета, используемые при изготовлении ковров, дают представление о предпочитаемых местными жителями гаммах (рис. 4). Благород-

ные оттенки кости можно увидеть в шедеврах косторезного искусства тобольских мастеров.

Сибирские города многонациональны по составу. К коренным народам относят хантов, манси, вогулов, татар и др. Культура русской Сибири формировалась при взаимодействии различных народов и под влиянием аборигенов в том числе. Тем не менее, как отмечено в [8], «главным фактором ее становления явилось, безусловно, преимущественное заселение края выходцами из Поморья и Устюга. Именно этим можно объяснить распространение в Сибири многих форм культурной жизни северорусских земель – типов зданий, обрядов, обычаев и т. п.»

Строители различных национальностей (украинцы, белорусы, армяне, болгары и т. д.) участвовали в застройке городов области, принося свои особенности в форму, цвет, детали архитектурных сооружений.

Заимствование из культур и архитектурных стилей происходит уже на ранних этапах застройки городов юга Тюменской области и отражается

главным образом в культовых сооружениях. Эти тенденции проявились при возведении Спасской и Никольской церквей в Тобольске и строительстве Свято-Троицкого монастыря в Тюмени. Согласно [8], «...Проникновение в Сибирь форм украинского барокко и совмещение барочных деталей со статикой древнерусских четвериковых форм впервые наблюдается при строительстве Благовещенской церкви в Тюмени в начале 18 в., а в 40-е гг. 18 в. – повсеместно в Сибири. Таким образом, Тюмень первая из сибирских городов испытала на себе влияние зодчества Украины».

Каждый из народов внес свои характерные, отличительные черты в общую Сибирскую культуру. В связи с этим необходимо выявить субкультурную разнородность городской культуры, а главное – раскрыть потенциал среды со всем ее цветовым многообразием. Иначе язык цвета, который является важным элементом повседневной жизни, оказывается все более оторванным от культурных истоков и региональных особенностей.

Изучение цветовой культуры местного населения в исследуемых городах позволило выделить ряд традиционно предпочитаемых и используемых в декоративно-прикладном искусстве цветов. Все цветовые гаммы выстроены на сильном светлотном контрасте (например, кремовый – темно-коричневый) и достаточно сильном цветовом контрасте (терракотовый – оливковый), однако не в сильной насыщенности цветов. Цвета в массе своей разбеленно-приглушенные, средненасыщенные. Эти предпочтения распространяются и на архитектуру.

На основании проведенного исследования можно выявить основные факторы, оказавшие влияние на формирование колористики исторических частей исследуемых городов.

1. Удачные ландшафтные условия Тюмени и Тобольска были искусно и рационально использованы, что отразилось на планировке и дальнейшем развитии городов. Структура этих городов исторически складывалась следующим образом: городское ядро (кремль), посад, слободы, монастыри. Это оказало влияние и на современный облик исторических центров городов.

2. Сложные природно-климатические условия: долгие суровые зимы с продолжительным залеганием снежного покрова, короткое лето с одним или двумя жаркими месяцами. Из главных плюсов – большое количество солнечных дней.

3. Местные строительные материалы: первоначально основным используемым материалом было дерево, позднее – кирпич из местных глин. Кожевенное и чугунно-литейное производства, имевшие широкое распространение по всему югу Тюменской области.

4. Многонациональный состав городов и, как следствие, наличие заимствований из культур различных народов, в основной своей массе прибывших из различных областей России, ближнего и дальнего зарубежья.

Конкретное соотношение рассматриваемых выше факторов, характеризующих особенность формирования цветовой среды, зависит от специфики города – его размеров, структуры, окружения, исторического прошлого, динамики развития [9].

По итогам исследовательско-аналитической части проекта «Архитектурный образ региона» была сформирована таблица цветов, характерных для исторических сооружений ряда городов юга Тюменской области.

Основным сходством и отличительной чертой колористики исторических частей исследуемых городов является большое количество приглушенных, ахроматических и темных цветов, в контрасте к ним – очень светлые, разбеленные анимичные цвета. Все оттенки коричневой и земляной гаммы. Гендерные – розовые и голубые. Различие – в применении холодных, синих оттенков. Также заметны различия в применении оттенков зеленого цвета и количественное соотношение красно-кирпичных и бордовых оттенков.

На рис. 5 представлен сравнительный анализ колористики городов Ишима и Ялуторовска, на рис. 6 – фрагмент сводной таблицы цветов и используемых традиционных и современных строительных материалов.

АРХИТЕКТУРА / ARCHITECTURE

1 - Соборная площадь (Исторический центр города)



2 - Административный и торговый центр (Современный центр города)



3 - Винные склады



4 - Станционный комплекс

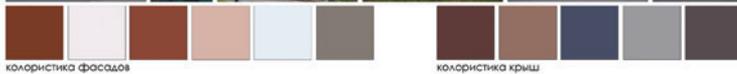
5 - Локомотивное депо



1 - Административный центр



2 - Железнодорожная станция



3 - Ялutorовский Острог



4 - Успенско-Никольская церковь



Рис. 5. Сравнительный анализ колористики городов Ижма (фото сверху) и Ялutorовска (фото снизу)

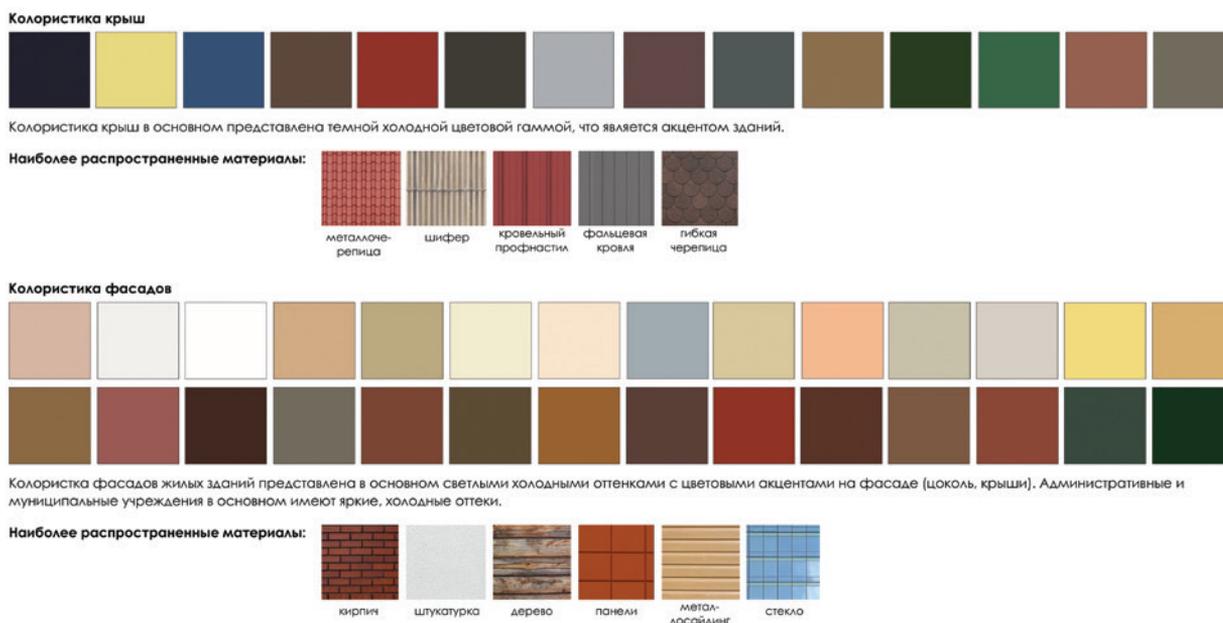


Рис. 6. Фрагмент сводной таблицы цветов и строительных материалов, характерных для архитектуры в исторических частях исследуемых городов юга Тюменской области

Таким образом, развитие колористики городской среды требует учета восприятия цвета в пространстве, имеет корни в исторической застройке города, должно быть детерминировано социальным статусом, развитием цветовой культуры и должно применяться в процессе градостроительного проектирования в качестве инструмента гармонизации цветовых систем нового поколения.

Результаты предпроектного исследования позволили сформулировать основные методические принципы, которые образуют концепцию развития колористики городов юга Тюменской области, а именно:

1. движение от ахроматики к колористике с опорой на исторически сложившиеся цвета в декоративно-прикладном искусстве, живописи и архитектуре;
2. выделение главных элементов в планировочной структуре города – каркаса и каркасных узлов, основных магистралей и улиц, доминант и акцентов;

3. обеспечение подвижности колористики, стремление к созданию современного живого образа развивающегося города;
4. регулирование цветов по основным характеристикам (насыщенность, светлота) и применение ассоциативных свойств цветов в полихромии города (цвет слоновой кости – утонченность, старина; цвет природного камня – экология и пр.).

Вывод

Исторические районы городов наиболее чувствительны и требовательны к изменениям, происходящим в современных городах, и с трудом адаптируются к новым цветовым решениям.

Перечисленные выше методические принципы в полной мере должны реализоваться в первую очередь в центральных, исторических и наиболее знаковых частях городов, чтобы определить вектор колористического развития городов в целом, в том числе, в архитектурной среде новых застраиваемых районов [9].

Библиографический список

1. Лесков, С. Н. Градостроительная политика в нефтегазодобывающих районах Тюменской области. – Т. 1. Переход от социалистической к рыночной системе 1960–2000 гг. / С. Н. Лесков. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2016. – 150 с. – Текст : непосредственный.

2. Ефимов, А. В. Колористика города : учебник для вузов / А. В. Ефимов. – Москва : Стройиздат, 1990. – 272 с. – Текст : непосредственный.
3. Железняк, О. Е. Цветовое пространство города в контексте культуры / О. Е. Железняк. – Текст : непосредственный // Проект Байкал. – 2015. – Т. 12. – № 45. – С. 103–111.
4. Lenclos, J. Ph. La method du rhythm et des velour's / J. Ph. Lenclos. – Текст : непосредственный // Architecture interieure CREE. – 1979. – № 171. – P. 89.
5. Гутнов, А. Э. Эволюция градостроительства / А. Э. Гутнов. – Москва : Стройиздат, 1984. – 256 с. – Текст : непосредственный.
6. Ефимов, А. В. Методика формирования колористики комплексов / А. В. Ефимов. – Текст : непосредственный // Техническая эстетика. – 1984. – №12. – С. 14–18.
7. Сезева, Н. И. Тюменский ковер. Традиции и современность : [альбом] / Н. И. Сезева. – Тюмень : Титул, 2012. – 223 с. – Текст : непосредственный.
8. Заварихин, С. П. Архитектура Тюмени : учебник для вузов / С. П. Заварихин, Б. А. Жученко. – Москва : Радуга-Т, 2004. – 295 с. – Текст : непосредственный.
9. Ефимов, А. В. Колористика в системе комплексного благоустройства г. Тюмени / А. В. Ефимов, А. М. Юстус, О. А. Горькова. – Текст : непосредственный // Architecture and Modern Information Technologies (Архитектура и современные информационные технологии). – 2019. – № 2 (47). – С. 289–305.

References

1. Leskov, S. N. (2016). Gradostroitel'naya politika v neftegazodobyvayushchikh rayonakh Tyumenskoj oblasti. – T. 1. Perehod ot sotsialisticheskoy k rynochnoy sisteme 1960–2000 gg. Novosibirsk, SO RAN Publ., 150 p. (In Russian).
2. Efimov, A. V. (1990). Koloristika goroda. Moscow, Stroyizdat Publ., 272 p. (In Russian).
3. Zheleznyak, O. (2015). An urban colour space in the context of culture. Project Baikal, 12(45), pp. 103–111. (In Russian).
4. Lenclos, J. Ph. (1979). La method du rhythm et des velour's. Architecture interieure CREE, (171), pp. 89. (In French).
5. Gutnov, A. E. (1984). Evolyutsiya gradostroitel'stva. Moscow, Stroyizdat Publ., 256 p. (In Russian).
6. Efimov, A. V. (1984). Metodika formirovaniya koloristiki kompleksov. Technical Aesthetics, (12), pp. 14–18. (In Russian).
7. Sezeva, N. I. (2012). Tyumenskiy kover. Traditsii i sovremennost'. Tyumen, Titul Publ., 223 p. (In Russian).
8. Zavarikhin, S. P., & Zhuchenko, B. A. (2004). Arkhitektura Tyumeni. Moscow, Raduga-T Publ., 295 p. (In Russian).
9. Efimov, A., Justus, A., & Gorkova, O. (2019). Coloristics in the system of complex improvement of Tyumen city. Architecture and Modern Information Technologies, 2 (47), pp. 289–305. (In Russian).

Информация об авторе

Юстус Анастасия Михайловна, доцент кафедры дизайна архитектурной среды, Тюменский индустриальный университет, e-mail: yustus7027@gmail.com

Information about the author

Anastasia M. Justus, Associate Professor at the Department of the Architectural Environment Design, Industrial University of Tyumen.

Для цитирования: Юстус, А. М. Сравнительный анализ колористики архитектуры исторических центров городов юга Тюменской области / А. М. Юстус. – DOI: 10.31660/2782-232X-2021-2-6-16. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. – № 2. – С. 6–16.

For citation: Justus, A. M. (2021). Coloristics comparative analysis of the historical centers' architecture of the cities in the south of the Tyumen region. Arkhitektura, stroitel'stvo, transport [Architecture, construction, transport], (2), pp. 6–16. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2021-2-6-16.

ЗАДАЧИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗОН

А. А. Аршакян, З. Г. Мамян

Национальный университет архитектуры и строительства Армении, Ереван, Армения

TASKS OF URBAN PLANNING TRANSFORMATIONS OF FUNCTIONAL ZONES

Aram A. Arshakyan, Zarui G. Mamyan

National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, Armenia

Аннотация. В статье затронуты вопросы градостроительных преобразований, необходимость которых обусловлена экономическими реалиями и состоянием объемно-планировочного каркаса города. Территориальный рост городов, начавшийся в 60-х годах прошлого столетия, привел к созданию пригородных районов, в большинстве своем представляющих собой монофункциональные спальные районы с «умеренными» городскими центрами и типовыми зелеными зонами. Современное же общество требует создания новых территорий, где совмещаются многослойные общественные и деловые зоны, жилые единицы, учебно-просветительские учреждения, нуждается в формировании среды, понятной и приемлемой для жителей всех социальных и возрастных групп. Реконструкция территорий в настоящее время осуществляется преимущественно по индивидуальным проектам, разрабатываемым на основе планов развития городских территорий в целом и в строгом соответствии с планами зонирования. Как безболезненно для города организовать этот процесс,

Abstract. The article touches upon the issues of urban planning transformations, which is due to economic realities and the state of the space-planning frame of the city. The territorial growth of cities in the 60s of the last century led to the creation of suburban areas, most of them are monofunctional residential areas with “moderate” urban centers and typical green areas. However, modern society requires the creation of new territories with multi-layered public and business zones, residential units, educational institutions, needs to form an understandable and acceptable environment for all social and age groups. Reconstruction of territories is currently carried out mainly according to individual projects developed on the basis of plans for the development of urban areas in general and in strict accordance with zoning plans. How to organize this process for the city painlessly, what functions are needed to be foreseen and how to determine all pros and cons of the planned changes – the issues that city authorities, urban planners and developers face today everywhere, including all over the post-Soviet space and the Republic of Armenia in

какие функции необходимо предусмотреть, как определить все за и против намечаемых изменений – вопросы, с которыми сегодня сталкиваются городские власти, градостроители и застройщики повсеместно, в том числе на всем постсоветском пространстве и в Республике Армении в частности. Для раскрытия темы трансформации функциональных зон приведены примеры из градостроительного опыта США, Германии и Франции.

Ключевые слова: трансформация, реорганизация, комфортная среда, социально-экономическое обоснование, градостроительные тенденции

Введение

Реорганизация и трансформация городских территорий в настоящее время являются самой важной задачей властей и планировщиков разных стран. Изменение производственных технологий, которое в свою очередь привело к изменению/сокращению площадей территорий, необходимых для размещения модернизированных производств, появление новых общественных центров, освоение подземных пространств, увеличение количества автотранспорта, необходимость модернизации жилого фонда требуют непереносимой реорганизации состоявшихся городских структурных тканей с сохранением ценной исторической застройки. Создание новых функциональных зон, соответствующих современным требованиям здоровой среды проживания, приведет к новому раскладу социальных сил и послужит толчком для развития сбалансированной экономики. Последнее особенно актуально сегодня не только на фоне градостроительных преобразований, но и в связи с ситуацией, вызванной пандемией. Современные градостроительные тенденции в основном обусловлены взаимоотношениями человека и города. Город рассматривается как комфортная среда для проживания людей, а также как привлекательная среда для застройщиков. Говоря словами американского инженера-системолога, разработчика теории системной динамики и ав-

particular. For reveal the topic of transformation of functional zones, the article gives the examples of the urban planning experience of the USA, Germany and France.

Key words: transformation, reorganization, comfortable environment, socioeconomic justification, urban development trends

тора книги «Динамика развития городов» Джея Форрестера, «поведение города в гораздо большей степени определяется достоинствами его экономики и характером взаимосвязей между деловой активностью, жилым фондом и населением» [1].

Постановка проблемы

При организации-реконструкции города необходимо ориентироваться на потребности жителей, соотнося их в первую очередь с долгосрочными интересами общества. Реконструкция территорий сегодня осуществляется в основном по индивидуальным проектам с опорой на планы развития городских территорий и в соответствии с планами зонирования. Естественно, цели, приоритеты и масштаб предлагаемых решений меняются в зависимости от конкретного города, поскольку упор делается на различные элементы: архитектурное единство, условия для пешеходов, рекреационные возможности или, например, улучшение ситуации с транспортом. В прошлом города формировались «постепенно, на протяжении веков, опираясь на накопившийся опыт и интуитивное понимание соразмерности человеческих чувств и строений» [2]. Сегодня информационный поток практически координирует все «колебательные движения» жизнедеятельности, формирует общественные представления «обо всем» и меняет их с такой

быстротой, которая еще в недалеком прошлом казалась бы фантастической. Также стремительно, за некоторыми исключениями, меняются и требования общества к градостроительным преобразованиям. Меняются материалы, технологии, транспортные средства, производственные механизмы, демографические и экологические показатели. Теоретик городского планирования и одна из основоположниц движения нового урбанизма Джейн Джекобс отмечает: «Большие города – естественные генераторы разнообразия и щедрые инкубаторы новых начинаний и всевозможных идей. Более того, большие города – естественные экономические прибежища громадного числа мелких предприятий на любой вкус» [3]. Следовательно, растет потребность в изменении городской структуры и городских акцентов, их модернизации и соответствии международным стандартам. Необходимость формирования пространственно сложной и разнообразной, но интуитивно понятной и предсказуемой городской среды диктует разработку комплексных решений, для которых необходим более широкий взгляд на композиционно-пространственный каркас городской ткани [4].

Проблема трансформации городских зон и, соответственно, поиска ответа на вопрос о том, как сделать этот процесс безболезненным для городов, характерна и для Республики Армения. В частности, в Ереване в начале 2000-х были выделены районы для реконструкции с полной или частичной трансформацией их начальных функций. Речь идет о территориях юго-западного промузла (участке завода «Марс», жилых зонах Норагюх и Сари Тах и т. д.).

Были разработаны планы зонирования и подготовлены эскизы застройки для реорганизации этих территорий. Причем при подготовке проектных предложений за основу всех трансформаций был взят принцип получения максимально возможной прибыли с единицы земельного участка. Для достижения этой цели на территориях предлагалось совмещение нескольких функций. Однако до настоящего времени по тем или иным причинам эти предложения так и не были реализованы.

Современные градостроительные тенденции требуют уже новых подходов – с акцентом на более тесный контакт между жителем и городом. Недавно был объявлен конкурс на разработку проекта градостроительной реконструкции Конда – одного из жилых районов Еревана. В техническом задании перед проектировщиками стояли задачи, заметно отличающиеся от тех, что были подняты в конкурсных заданиях по реконструкции Конда в прошлом. Они касались вопросов создания более гуманной и здоровой, обязательно полифункциональной градостроительной среды с инновационной и экологической составляющими и инвестиционными возможностями.

Результаты/обсуждение

Изучение опыта градостроительных трансформаций на практике показывает, что элементы планировочной структуры трансформируются в зависимости от собственных физических характеристик и времени, необходимого для трансформации. Однако сам этот процесс может носить двоякий характер: это может быть как количественная трансформация, так и качественная [5]. При количественных изменениях меняются в основном физические параметры рассматриваемой зоны, обоснованные социально-экономической ситуацией. Последние могут меняться как в сторону увеличения, так и уменьшения. При таких трансформациях качественно меняется лишь при претворении в жизнь и в зависимости от соотношения физических параметров прежняя, изначально выбранная функция. Качественные изменения касаются функций зон. Это может быть радикальное преобразование начальной функции или дополнение ее новыми функциями. В третьем случае качественные и количественные виды трансформаций совмещаются: начальная функция количественно меняется и модернизируется с привлечением дополнительных качественных слоев.

«Основной функцией современных развитых градостроительных систем становятся посреднические услуги разных видов. Такого рода социальные функции становятся новой тенден-

цией в процессах градостроительного освоения урбанизированного пространства», – отмечает профессор, доктор архитектуры М. В. Шубенков [6]. Именно третий вид трансформаций наиболее приемлем сегодня для подлежащих реконструкции районов Еревана.

Вышеперечисленные виды трансформаций активно претворяются в жизнь в тех странах, где есть стабильный инвестиционный приток и где действует детально разработанная градостроительная документация с установленными регламентами, декларирующими виды использования земельных участков на определенных территориях. В частности, за последние 20-25 лет довольно интересные программы градостроительных трансформаций функциональных зон реализованы в странах Европы и Азии, в США и других государствах.

Особенно интересны примеры качественной трансформации, где воплощены по своей сути абсолютно новаторские идеи. В основном это характерно для территорий бывших промзон, которые наиболее выгодны застройщикам с точки зрения выплаты компенсаций: здесь нет жителей и, следовательно, нет компенсаций для реконструируемой отдельной жилой единицы. Рассмотрим несколько примеров.

В городе Бетлехем (США, штат Пенсильвания) был осуществлен проект реорганизации огромной промышленной зоны, переформатированной под современный многофункциональный комплекс (рис. 1).



Речь идет о территории промышленной компании «Бетлехем стил» (Bethlehem Steel), которая в 1857–2003 годах считалась одним из сильнейших промышленных комплексов страны, по праву занимала второе место в металлургической промышленности, а также являлась одной из крупнейших судостроительных компаний мира. В 1957 году в ней работало около 167 тыс. человек. В 1995 году завод закрылся, и город, как и весь регион в целом, оказался в экстремальной ситуации.

В 2009 году после легализации игорного бизнеса в Пенсильвании на месте старого завода был построен комплекс казино с гостиницей. В 2011 году за счет полученных доходов от работы казино на территории был построен кампус культуры и искусства с центром исполнительского искусства, выставочными залами и т. д., обеспечивший рабочими местами местных жителей. Частичное сохранение старых кирпичных стен и некоторых элементов промышленной застройки, благоустройство прилегающей территории сделали проект визуально привлекательным и необычным, наделив его винтажным и модернистским эффектами.

Реализованный проект соответствует очень популярной сегодня градостроительной тенденции, которая гласит: «...мы должны делать популярные публичные пространства, места встреч очень важны, это главная аттракция города, мы должны видеть людей в публичных пространствах» [7].



Рис. 1. Район промзоны до и после реконструкции. Бетлехем, штат Пенсильвания, США

Другой пример – реорганизация территории промзоны в районе Хафенсити в Гамбурге (рис. 2). После того, как в 1997 году городскими властями было принято решение о выводе порта на Эльбе из центра Гамбурга, почти 155 га его территории были кардинально реорганизованы. В основе архитектурно-планировочной идеи планировщиков – максимальное сохранение топографии места с прорезающими сушу каналами и длинными узкими «языками» бывших исторических гаваней [8].

Этот проект позволил включить в градостроительный контекст Гамбурга Эльбу, которая до этого всегда игнорировалась. Хафенсити считается одним из самых интересных с архитектурной точки зрения современных проектов комплексной застройки. В нем предусмотрено внедрение энергоэффективных технологий, использование возобновляемых источников энергии и снижение вредных выбросов. Проект разрабатывался в рамках единого мастер-плана. На территории бывшей промзоны около 30 % застройки (700 тыс. м²) пришлось на жилье, 50 % было отведено под офисную недвижимость, еще примерно 20 % отдано под выставочные залы, объекты обслуживания, образовательные учреждения, социальную инфраструктуру и общественные пространства.

Конфлюанс (от французского «слияние») – активно застраиваемая территория Лиона (Франция) – находится в месте соединения рек Соны и Роны, между кварталами Перраш и Сент-Бландин. В прошлом это был промышленный район, однако реновация внесла серьезные коррективы в мастер-план города и превратила рассматриваемую территорию в значимый центр Лиона (рис. 3). В результате реконструкции были реализованы такие проекты, как здание Музея Конфлюанса, футуристический «Оранжевый куб» и жилой комплекс «Монолит» [9].

Особенностью этого проекта является то, что в нем реализован комплексный подход к созданию здоровой урбанистической среды. В частности, в ходе реновации были сохранены объекты, представляющие историческую ценность. Промышленные строения вписались в концепцию. Например, в здании завода по производству соли разместился ресторан, в бывшем здании таможни – квартиры, ресторан и галереи.

Район спланирован так, что река Сона стала максимально доступной для людей, был обустроен променада длиной 2,5 км, сады и прогулочные зоны. Чтобы связать Конфлюанс с другими районами Лиона, были построены новые магистрали, в том числе три новых моста, один из которых – для пешеходов и велосипедистов.



Рис. 2. Общий вид территории в районе Хафенсити в Гамбурге



Рис. 3. Район Конфлюанс. Лион

Выводы

Все рассмотренные проекты были разработаны в соответствии с положениями нового урбанизма, суть которых заключается в том, что город рассматривается в его функциональном разнообразии, пешеходном масштабе, нуждается в создании среды, ориентированной на человека и отвечающей за преобразования и современные улучшения городов [9, 10]. Реализация

таких крупномасштабных проектов возможна в случае наличия детально разработанных градостроительных программ по развитию территорий, стабильной экономической ситуации и заинтересованных инвесторов, которые могут обеспечить претворение в жизнь действительно достойных градостроительных проектов с новаторским подходом и предлагаемым или ожидаемым экономическим стимулированием.

Библиографический список

1. Форрестер, Д. Динамика развития города / Д. Форрестер ; пер. с англ. М. Г. Орлова. – Москва : Прогресс, 1974. – 286 с. – Текст : непосредственный.
2. Гейл, Я. Как изучать городскую жизнь / Я. Гейл, Б. Сварре ; пер. с англ. Е. Лалаян. – Москва : КРОСТ, 2016. – 179 с. – Текст : непосредственный.
3. Джекобс, Д. Смерть и жизнь больших американских городов / Д. Джекобс ; пер. с англ. Л. Мотылев. – Москва : Новое издательство, 2011. – 457 с. – Текст : непосредственный.
4. Колесников, С. А. Композиционно-пространственная реорганизация городской среды. Метод видовых точек / С. А. Колесников. – DOI: 10.17673/Vestnik.2017.02.18. – Текст : непосредственный // Градостроительство и архитектура. – 2017. – Т. 7, № 2. – С. 114–118.
5. Вырлан, А. И. Трансформация элементов планировочной структуры / А. И. Вырлан. – Текст : электронный // Свердловская областная универсальная научная библиотека им. В. Г. Белинского : [сайт] – URL : http://book.uraic.ru/project/conf/txt/005/archvuz18_pril/2/template_article-ar=K01-20-k02.htm (дата обращения : 09.03.2021).
6. Шубенков, М. В. Градостроительные системы: от неустойчивого равновесия к устойчивому неравновесию / М. В. Шубенков, М. Ю. Шубенкова. – Текст : непосредственный // Архитектура и современные информационные технологии. – 2018. – № 4(45). – С. 305–313.
7. Мельничук, Г. Урбанист Ян Гейл : Города – это места встреч людей / Г. Мельничук. – Текст : электронный // Property Times : [сайт]. – 2018. – URL : https://propertytimes.com.ua/urban/lekciya_urbanista_yana_gkyla_v_ramkah_festivalya_canactions (дата обращения : 11.03.2021).
8. Мартовицкая, А. Промзоны и конкурсы / А. Мартовицкая. – Текст : электронный // Archi.ru : [сайт]. – URL : <https://archi.ru/russia/50646/promzony-i-konkursy> (дата обращения : 15.04.2021).

-
9. Бабуров, В. Реконструкция района Конфлюанс в Лионе / В. Бабуров. – Текст : электронный // Archi.ru : [сайт]. – URL : <https://archi.ru/world/66367/rekonstrukciya-raiona-konflyuans-v-lione> (дата обращения : 10.04.2021).
 10. Аль-Джабери, А. А. Х. Градостроительные идеи и концепции, повлиявшие на развитие движения Нового урбанизма / А. А. Х. Аль-Джабери. – DOI: 10.7256/2310-8673.2020.2.32838. – Текст : электронный // Урбанистика. – 2020. – № 2. – С. 41–61. – URL : https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=32838 (дата обращения : 04.03.2021).

References

1. Forrester, J. W. (1969). Urban dynamics. Cambridge, Publ. MIT Press, 286 p. (In English).
2. Gehl, J., & Svarre, B. (2013). How to study public life. Washington, Publ. Island Press, 179 p. (In English).
3. Jacobs, J. (1961). The Death and Life of Great American Cities. New York, Publ. Random House, 458 p. (In English).
4. Kolesnikov, S. A. (2017). Compositional and spacial reorganization of urban environment. Scenery spots method. Urban Construction and Architecture, 7(2), pp. 114-118. (In Russian). DOI: 10.17673/Vestnik.2017.02.18
5. Vyrlan, A. I. Transformatsiya elementov planirovochnoy struktury. (In Russian). Available at: http://book.uraic.ru/project/conf/txt/005/archvuz18_pril/2/template_article-ar=K01-20-k02.htm
6. Shubenkov, M., & Shubenkova, M. (2018). Urban systems: from unstable equilibrium to stable disequilibrium. Architecture and Modern Information Technologies, 4(45), pp. 305-313. (In Russian).
7. Mel'nichuk, G. (2018). Urbanist Yan Geyl: Goroda – eto mesta vstrech lyudey. Property Times. (In Russian). Available at: https://propertytimes.com.ua/urban/lekciya_urbanista_yana_gkyla_v_ramkah_festivalya_canactions
8. Martovitskaya, A. Promzony i konkursy. Archi.ru. (In Russian). Available at: <https://archi.ru/russia/50646/promzony-i-konkursy>.
9. Baburov, V. Rekonstruktsiya rayona Konflyuans v Lione. Archi.ru. (In Russian). Available at: <https://archi.ru/world/66367/rekonstrukciya-raiona-konflyuans-v-lione>
10. Al-Jaberi, A. A. H. (2020). Urban planning ideas and concepts that influenced the development of New urbanism movement. Urbanistika, (2), pp. 41-61. (In Russian). DOI: 10.7256/2310-8673.2020.2.32838. Available at: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=32838

Сведения об авторах

Аршакян Арам Ашотович, магистр, Национальный университет архитектуры и строительства Армении, e-mail: ssilveroid@gmail.com

Мамян Заруи Генриховна, кандидат архитектуры, доцент, заведующая кафедрой градостроительства, Национальный университет архитектуры и строительства Армении

Information about the authors

Aram A. Arshakyan, Master, National University of Architecture and Construction of Armenia, e-mail: ssilveroid@gmail.com

Zarui G. Mamyán, Candidate of Architecture, Associate Professor, Head at the Department of Urban Planning, National University of Architecture and Construction of Armenia

Для цитирования: Аршакян, А. А. Задачи градостроительных трансформаций функциональных зон / А. А. Аршакян, З. Г. Мамян. – DOI: 10.31660/2782-232X-2021-2-17-23. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. – № 2. – С. 17–23.

For citation: Arshakyan, A. A., & Mamyán, Z. G. (2021). Tasks of urban planning transformations of functional zones. Arkhitektura, stroitel'stvo, transport [Architecture, construction, transport], (2), pp. 17-23. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2021-2-17-23.

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ ОБУСТРОЙСТВА МОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОРРЕЛЯЦИИ ДАННЫХ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Л. В. Муравьева¹, И. Г. Овчинников²

¹Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А., Саратов, Россия

²Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

FEATURES OF THE ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL PIPELINES FOR THE DEVELOPMENT OF AN OFFSHORE FIELD USING THE CORRELATION OF SEISMIC IMPACT DATA

Liudmila V. Muravieva¹, Igor G. Ovchinnikov²

¹Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia

²Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. На морских платформах для регистрации землетрясений устанавливают сейсмодатчики. Для обслуживания работы месторождения строят технологические трубопроводы, обеспечению безопасности которых посвящена данная статья. В ней рассматривается анализ данных о сейсмическом событии на основании корреляции сейсмического воздействия, зарегистрированного на платформе. Так как технологические трубопроводы расположены рядом с платформой, то, используя методы статистиче-

Abstract. Seismic sensors are installed on offshore platforms for recording earthquakes. Technological pipelines are being built, to service the operation of the field. This article is devoted to ensuring the safety of technological pipelines. It deals with the analysis of data on a seismic event based on the correlation of the seismic impact recorded on the platform. Since the process pipelines are located near the platform, using statistical analysis methods, correlation analysis of data recorded at a distance of about 200 m and using fuzzy logic methods, we

ского анализа, анализ корреляции данных, зарегистрированных на расстоянии около 200 м, и методы нечеткой логики, можно получить представление о степени влияния землетрясения на окружающие технологические трубопроводы.

Ключевые слова: пространственная изменчивость, кросс-корреляция, математическое ожидание, средний максимальный отклик, двухпролетная балка, грунт, фундаментальный период

Введение

Разработка морских месторождений связана с опорными буровыми платформами. Бурение скважины осуществляется подвижной буровой установкой, а добытая нефть и природный газ транспортируются по подводным трубопроводам на перерабатывающее предприятие. Одна основная производственная платформа обслуживает множество скважин на достаточно большой площади. Подводные системы обычно используются на глубине 500 м и более и не имеют возможности бурить, а только добывать и транспортировать.

Добыча морских углеводородов оказала значительное воздействие на развитие и разработку морских месторождений (Stantec, 2012), деятельность по добыче углеводородов сосредоточена в таких крупных центрах, как Абердин (Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии), Ставангер (Норвегия), Хьюстон и Новый Орлеан (Соединенные Штаты Америки), Сент-Джонс (Канада). В Норвегии в 2010 году доходы от экспорта сырой нефти, природного газа, трубопроводных транспортных услуг составили около 100 млрд долларов, что равнялось почти половине стоимости всего норвежского экспорта и в 10 раз превышало экспортную стоимость рыбы (Norwegian Petroleum Directorate, 2012).

can have an idea of the degree of impact of the earthquake on the surrounding process pipelines.

Key words: spatial variability, cross-correlation, coherence, mean maximum response, two-span beam, soil, fundamental period

Деятельность предприятий морской нефтяной промышленности сопряжена с большими затратами¹.

В сейсмоопасных районах риск возникновения геопасностей, связанных с землетрясениями, повышается. Настоящее исследование посвящено сейсмическому анализу и проектированию морских трубопроводов ввиду отсутствия соответствующих сейсмических норм². Наблюдения из близко расположенных сейсмографических массивов с конца 1970-х годов показали, что сейсмические наземные акселерограммы, сделанные в различных местах в пределах размеров крупных инженерных сооружений, существенно отличаются друг от друга. Это способствовало развитию исследований в данной области, стали доступны записи из расширенных сейсмических массивов типа SMART-1 (рис. 1).

Результаты/обсуждение

Сейсмические волны воздействуют на протяженное сооружение по мере их прибытия к нему. В стандартной инженерной практике и правилами проектирования предполагается, что при землетрясении движение грунта равномерно на всех опорах сооружения, и оно связано с бесконечным значением скорости сейсмической волны. Сейсмические волны прибывают

¹Offshore technology report OTO 2000 026 Appraisal of RP 2FPS : health and safety executive (recommended practice for planning, designing and constructing floating production systems) ; prepared by engineering limited for the health and safety executive. – United Kingdom, 2000. – 38 p. – Direct text.

²ISO 19901-2:2004 Petroleum and natural gas industries – Specific requirements for offshore structures – Part 2 : Seismic design procedures and criteria. – 2012. – 65 p. – Direct text.

в разные места на морском дне одновременно, то есть информация о запаздывании, сдвиге фаз между различными опорами сооружения не учитывается.

В зависимости от расположения различных частей конструктивной системы сооружения они могут реагировать асинхронно с большими реакциями смещения. Это явление называется пространственной вариацией движения землетрясения (SVEGM) [1–5]. Значимость SVEGM была признана еще в 1980-х годах, когда стали доступны записи с морских сооружений, расположенных близко друг к другу (около 200 м).

Эффекты SVEGM (как горизонтальные, так и вертикальные движения) вызывают не только изгиб конструкций, но и оказывают значительное крутильное воздействие между основными плоскостями пространственной конструкции.

Сейсмодатчики на морском месторождении устанавливаются только на платформе. Расчет

сейсмоопасности технологических трубопроводов, подводимых к платформе, возможен на основании использования взаимосвязи (корреляции) всех полученных сейсмоданных. Выявленная зависимость (корреляция) позволяет учесть влияние сейсмического события на подводящие к морской платформе технологические трубопроводы.

Представим метод учета взаимозависимости сейсмограмм для анализа частоты (безопасности) технологического трубопровода обустройства морского месторождения.

На разных стадиях, в различных опорных точках в течение периода времени прибытия сейсмических движений изменяются амплитуда, частотное содержание в зависимости от расстояния между опорными точками, грунтовыми условиями, сейсмические движения усиливаются внефазовыми смещениями в грунте при различных значениях времени.

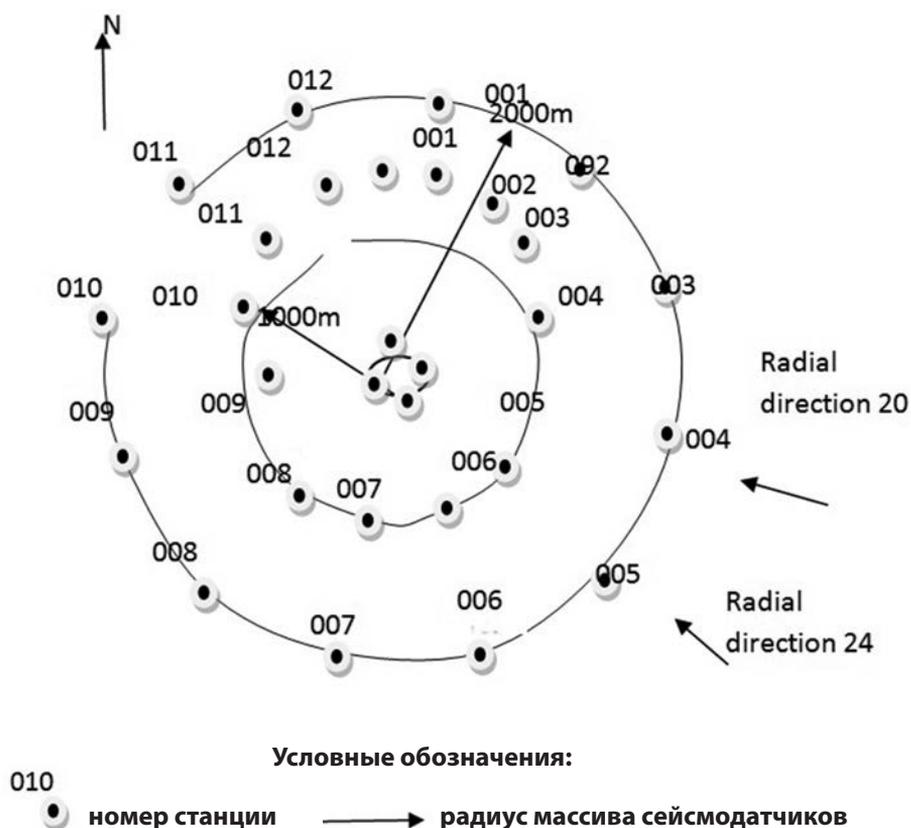


Рис. 1. Массив сейсмодатчиков морских сооружений SMART-1 [7]

Средство для оценки степени линейности связи входных и выходных сигналов дает нам функция когерентности движения грунта. Взаимосвязь сигналов математически определяется корреляцией данных. Учет корреляции выполняется по соотношению:

$$K_{xy} = \sum_i \sum_j (x_i - m_x)(y_i - m_y) p_{ij}$$

для

$$y, j = 0, \pm 1, \pm 2,$$

где m_x, m_y – математическое ожидание массивов случайных величин X и Y ,

x_i, y_i – случайные значения,

p_{ij} – вероятность того, что система из массивов X и Y примет значения (x_i, y_i) , а суммирование распространяется по всем возможным значениям случайных величин X, Y .

Общую форму комплексной функции когерентности между двумя точками расположения A и B на частоте ω можно определить как:

$$\begin{aligned} \gamma_{AB}(\omega) &= |\gamma_{AB}| e^{i\Theta_{AB}} = \\ &= S_{AB}(\omega) / [S_A(\omega) S_B(\omega)]^{1/2}, \end{aligned}$$

где $|\gamma_{AB}|$ – модуль функции когерентности, $|\gamma_{AB}(\omega)|$ обозначается как потеря когерентности или запаздывающая когерентность,

i – мнимая единица,

Θ_{AB} представляет собой фазу функции когерентности,

$S_{AB}(\omega)$ – кросс-спектральная матрица движения грунта между точками A и B ,

$S_A(\omega)$ и $S_B(\omega)$ – спектральные плотности мощности движения земли вдоль одного и того же направления в точках A и B соответственно.

Функция когерентности, как аналог коэффициента корреляции в частотной области, отражает степень линейной взаимосвязи гармонических компонент рассматриваемых процессов. В задачах оценки линейных частотных характеристик ее можно рассматривать как отношение

двух различных оценок квадрата амплитудной характеристики системы, безразмерной функции когерентности, зависимости двух процессов движения грунта по $X(t)$ и $Y(t)$:

$$\begin{aligned} Coh_{XY}(\omega) &= \gamma_{XY}^2(\omega) = \\ &= \frac{|S_{XY}(\omega)|^2}{S_X(\omega) S_Y(\omega)} = \frac{S_{XY}(\omega) S_{XY}^*(\omega)}{S_X(\omega) S_Y(\omega)}. \end{aligned}$$

Большинство функций когерентности основано на записях статистики землетрясений, полученных с сейсмической станции. Значение функции когерентности лежит между двумя крайними случаями, указывающими, что системы либо являются идеально линейными, либо нет. Принимаем во внимание только эффект прохождения волны.

Многие функции связности (когерентности) были предложены Рональдом С. Харичандром [3–6] и другими учеными [7, 8]. Они подсчитали запаздывающие когерентности по данным, записанным на станциях SMART-1 в Тайване во время четырех землетрясений [7]. Функции когерентности получены эмпирическим или полуэмпирическим путем на основании анализа данных, записанных в массиве SMART-1.

Принятие функции когерентности для описания пространственной изменчивости движения грунта имеет ряд недостатков. Важными недостатками являются влияние несогласованности прохождения волны и местное влияние грунтов.

Расчет безопасности конструкции с использованием SVEGM выполняется методами вероятностного моделирования с учетом теории прочности:

$$C(v, f) = S(f) \gamma(v, f) e^{i\phi(v, f)}.$$

Кросс SDF для акселерограмм при l и m равен

$$S_{lm}(f) = C(v_{lm}, f),$$

где lm – расстояние между станциями l и m .

Харичандром и Ванмарк [6] предложили сумму двух экспонент для представления функции

когерентности и формулу определения угла когерентности:

$$|(v, f)| = A \exp \left[\frac{-2v}{\alpha \theta(f)} (1-A+\alpha A) + (1-A) \exp \left[\frac{-2v}{\theta(f)} (1-A+\alpha A) \right] \right],$$

$$\theta_{ik}(\xi_{ik}, \omega) = -\frac{\omega \cdot (\bar{V}_{app} \cdot \bar{\xi}_{ik})}{|\bar{V}_{app}|^2} = -\frac{\omega \cdot \xi_{ik}^L}{V_{app}},$$

где $\theta(f) = k[1 + (f/f_0)b] - 1/2$ – частотно-зависимый пространственный масштаб флуктуации.

Известной формой функции отклика $S(f)$ является спектр Канаи-Таджими (Clough and Penzien) [3]:

$$s(f) = \left[\frac{1 + 4\xi_g^2 (f/f_g)^2}{[1 - (f/f_g)^2]^2 + 4\xi_g^2 (f/f_g)^2} \right] \cdot \left[\frac{(f/f_f)^4}{1 + 4\xi_f^2 (f/f_f)^2} \right] S_0.$$

Параметры ξ_g, f_g, ξ_f, f_f управляют формой спектра. S_0 – коэффициент интенсивности, ξ_g и f_g – «затухание грунта» и «частота грунта» соответственно.

Анализ реакции конструкции. В упрощенном нормативном³ методе проектировщику рекомендуется сначала провести динамический анализ поведения конструкции, вызванного равномерными сейсмическими возбуждениями на основе использованных для моделирования стационарных пространственно-временных историй ускорения:

$$A(t) = A_0 e^{-\mathcal{N}}; \quad \dot{A}(t) = A_0 \mathcal{N} e^{-\mathcal{N}}.$$

Для анализа реакции конструкции по SVEGM доступны три метода: анализ случайных вибра-

ций, метод спектра отклика, анализ во времени. Рассмотрим их особенности (особенности анализа во времени основаны на применении акселерограмм).

Анализ случайных вибраций. Преимущество – согласуется с вероятностным моделированием. Входные данные задаются непосредственно в терминах кросс-корреляции SDF. Недостатки – редко используется на практике, включение нестационарных эффектов является громоздким процессом, нелинейный анализ очень сложен.

Метод спектра отклика. Включает в себя эффект SVEGM. Преимущества – обычно используется на практике. По своей сути включает нестационарность возбуждения. Недостаток – включает нелинейное поведение.

Кросс-акселерограмма $S_{lm}(\omega)$ получена из модели SVEGM:

$$S_{lm}(\omega) = S(\omega) \gamma_{lm}(\omega) e^{-i\omega d}.$$

Комплексная когерентность $\gamma_i(\xi_{ik}, \omega)$ содержит амплитуду и фазовые части для каждого частотного диапазона записи:

$$\gamma_i(\xi_{ik}, \omega) \cdot e^{i\theta_{ik}, \omega}, \quad i = \sqrt{-1}, (f/f_g), (f/f_f),$$

$$\theta_{ik}(\xi_{ik}, \omega) = -\frac{\omega \cdot (\bar{V}_{app} \cdot \bar{\xi}_{ik})}{|\bar{V}_{app}|^2} = -\frac{\omega \cdot \xi_{ik}^L}{V_{app}}.$$

Амплитудная часть (вещественный член, представляющий собой потерю когерентности $\gamma_{ik}(\xi_{ik}, \omega)$ чаще всего описывается с помощью термина запаздывающая когерентность, является мерой линейной статистики зависимости между двумя процессами. Если его значение равно нулю, то эти процессы полностью независимы друг от друга. Если значение равно единице, то процессы линейно зависимы.

³Правила классификации постройки морских подводных трубопроводов. – Санкт-Петербург : Российский морской регистр судоходства, 2012. – 283 с. – Текст : непосредственный.

Приведем пример. При обустройстве месторождения Ракушечного должны быть построены следующие подводные межпромысловые трубопроводы:

- многофазный трубопровод Ду 400 мм от ЛСП (ледостойкой стационарной платформы) до ЛСП-2 для транспорта пластовой продукции скважин протяженностью 7,76 км;
- водовод Ду 250 мм от ЛСП-2 до ЛСП для поддержания пластового давления (ППД) протяженностью 7,76 км;
- трубопровод газлифта Ду 150 мм от ЛСП-2 до ЛСП для подачи газлифтного газа протяженностью 7,76 км.

Расположение объектов и трубопроводов приведено на рис. 2. Рассмотрена корреляция записей сейсмического события на двух платформах ЛСП, ЛСП-2. При анализе кросс-

корреляции для обработки анализа временных рядов использовалась компьютерная программа Statistika. Результаты расчетов, выполненных авторами, представлены на рис. 3.

Данные анализа записей сейсмозвоний представлены заказчиком проекта «Обустройство месторождения Ю. Корчагина» [11].

Статистические данные: математическое ожидание, вероятность и коэффициент корреляции соответственно равны:

$$m_x = 0,44, m_y = 0,132278, p_{ij} = 0,14113.$$

Тогда $K_{xy} = 0,505$.

Выполнена оценка когерентности участка обустройства месторождения, учтены характеристики грунтов по EN 1998, где A, a, k, ω_0 и b приняты⁴: $A = 0,7362, a = 0,147, k = 520 \text{ м}, \omega_0 = 17,045 \text{ с}^{-1}$ и $b = 2,78$, функции когерентности $\gamma_{ik}(\xi_{ik}, \omega) = 0,265$ и угол когерентности равен $21,081$ при $\omega = 17 \text{ с}^{-1}$.

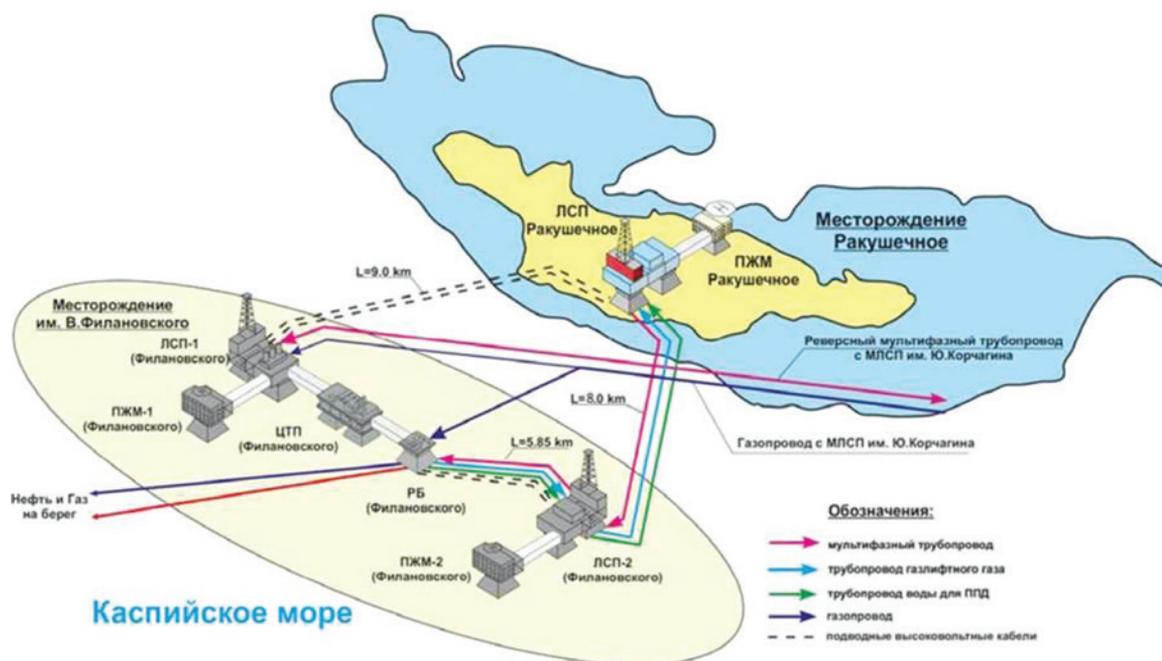


Рис. 2. Общее взаимное расположение объектов обустройства Ракушечного месторождения⁵

⁴Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 1 : General rules, seismic actions and rules for buildings [Authority: the European Union per regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC]. – 2004. – 231 p. – Direct text.

⁵Проект 4250ПН-ОС «Обустройство месторождения Ю. Корчагина» / разработчик ООО «ЛУКОЙЛ-ВолгоградНИПИмор-нефть». – 2005. – 562 с. – Текст : непосредственный.

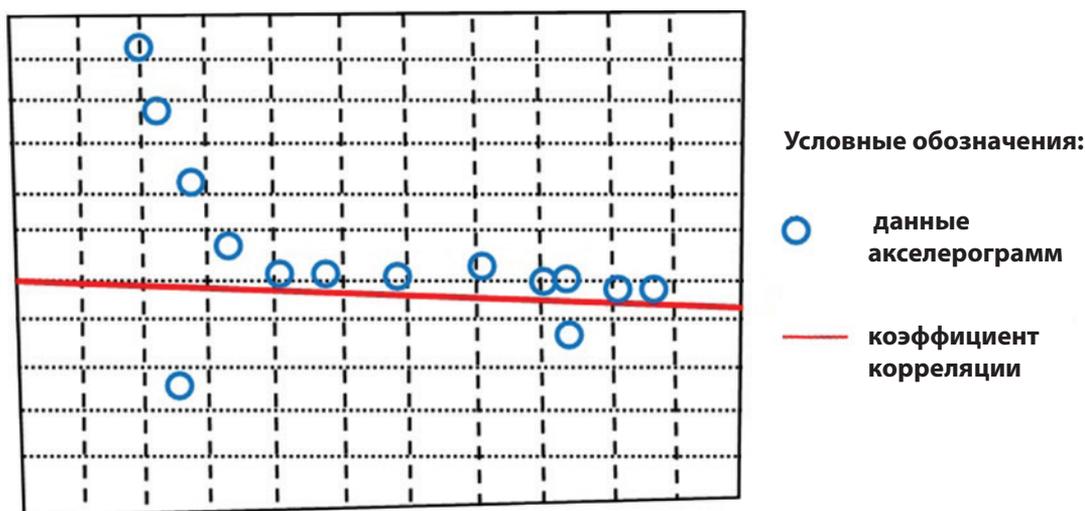


Рис. 3. Расчет коэффициента корреляции проекта обустройства месторождения в программе Statistika

Заключение

Выявленная зависимость (корреляция) позволяет учесть влияние сейсмического события на подходящие к морской платформе морского месторождения технологические трубопроводы с использованием информации с сейсмодат-

чиков, устанавливаемых только на платформе. Расчет сейсмоопасности технологических трубопроводов, подводимых к платформе, возможен на основании использования взаимосвязи (корреляции) всех полученных сейсмоданных.

Библиографический список

1. Yao, E. Synthesis of spatially correlated earthquake ground motions based on hilbert transform / Erlei Yao, Yu Miao, Guobo Wang. – DOI: 10.1155/2017/2614769. – Text : electronic // Modelling and Simulation in Engineering. – Hindawi. – Vol. 2017. – P. 9. – URL : <https://downloads.hindawi.com/journals/mse/2017/2614769.pdf>.
2. Bowden, D. C. Earthquake ground motion amplification for surface waves / D. C. Bowden, V. C. Tsai. – DOI: 10.1002/2016GL071885. – Direct text // Geophysical Research Letters. – 2017. – Vol. 44, Iss. 1. – P. 121–127.
3. Lin, J. Non-stationary stochastic earthquake responses of multi-support structures in evolutionary inhomogeneous stochastic fields / J. Lin, J. Li, W. Zhang, F. W. Williams. – Direct text // Earthquake Engineering & Structural Dynamics. – 1997. – Vol. 26. – P. 135–145.
4. Baker, J. W. Spectral shape, epsilon and record selection / J. W. Baker, C. A. Cornell. – DOI: 10.1002/eqe.571. – Direct text // Earthquake Engineering & Structural Dynamics. – 2006. – Vol. 35, Iss. 9. – P. 1077–1095.
5. Jia, J. Modern earthquake engineering offshore and land-based structures / Junbo Jia. – Springer-Verlag GmbH Germany, 2017. – 859 p. – Direct text.
6. Harichandran, R. S. Spatial variation of earthquake ground motion. What is it, how do we model it, and what are its engineering implications? / R. S. Harichandran. – Michigan State University, 1999. – 23 p. – Direct text.

-
7. Lee, W. H. K. Recent advances in rotational seismology / W. H. K. Lee, H. Igel, M. D. Trifunac. – DOI: 10.1785/gssrl.80.3.479. – Direct text // Seismological Research Letters. – 2009. – Vol. 80(3). – P. 479–490.
 8. Mezouer, N. Importance of spatial variability of seismic ground motion effects on long beams response / N. Mezouer, K. Silhadi, H. Afra. – Direct text // Journal of Civil Engineering and Construction Technology. – 2010. – Vol. 1(1). – P. 1–13. – URL : https://www.researchgate.net/publication/228884956_Importance_of_spatial_variability_of_seismic_ground_motion_effects_on_long_beams_response.
 9. Zhang, P. Fuzzy damage analysis of the seismic response of a long-distance pipeline under a coupling multi-influence domain / P. Zhang, Y. Wang, G. Qin. – DOI: 10.3390/en12010062. – Text : electronic // Energies. – 2019. – Vol. 12(1). – URL : <https://www.mdpi.com/1996-1073/12/1/62>.
 10. Development of approach for reliability assessment of pipeline network systems / S. Rimkevicius, A. Kaliatka, M. Valincius [et al.]. – DOI: 10.1016/j.apenergy.2012.01.015. – Direct text // Applied Energy. – 2012. – Vol. 94. – P. 22–33.

References

1. Yao, E., Miao, Yu., & Wang, G. (2017). Synthesis of spatially correlated earthquake ground motions based on hilbert transform. *Modelling and Simulation in Engineering*, 2017, Pp. 9. (In English). Available at: <https://downloads.hindawi.com/journals/mse/2017/2614769.pdf>. DOI: 10.1155/2017/2614769
2. Bowden, D. C., & Tsai, V. C. (2017). Earthquake ground motion amplification for surface waves. *Geophysical Research Letters*, 1(44), pp. 121–127. (In English). DOI: 10.1002/2016GL071885
3. Lin, J., Li, J., Zhang, W., & Williams, F.W. (1997). Non-stationary stochastic earthquake responses of multi-support structures in evolutionary inhomogeneous stochastic fields. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, (26), pp. 135–145. (In English).
4. Baker, J. W., & Cornell, C. A. (2006). Spectral shape, epsilon and record selection. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 9(35), pp. 1077–1095. (In English). DOI: 10.1002/eqe.571
5. Jia, J. (2017). *Modern earthquake engineering offshore and land-based structures*. Berlin, Springer-Verlag GmbH Germany Publ, 859 p. (In English).
6. Harichandran, R. S. (1999). *Spatial variation of earthquake ground motion. What is it, how do we model it, and what are its engineering implications?* East Lansing, Michigan State University Publ., 23 p. (In English).
7. Lee, W. H. K., Igel, H., & Trifunac, M. D. (2009). Recent advances in rotational seismology. *Seismological Research Letters*, 80(3), pp. 479–490. (In English). DOI: 10.1785/gssrl.80.3.479
8. Mezouer, N., Silhadi, K., & Afra, H. (2010). Importance of spatial variability of seismic ground motion effects on long beams response. *Journal of Civil Engineering and Construction Technology*, 1(1), pp. 1–13. (In English). Available at: https://www.researchgate.net/publication/228884956_Importance_of_spatial_variability_of_seismic_ground_motion_effects_on_long_beams_response.
9. Zhang, P., Wang, Y., & Qin, G. (2019). Fuzzy damage analysis of the seismic response of a long-distance pipeline under a coupling multi-influence domain. *Energies*, 12(1). (In English). DOI: 10.3390/en12010062. Available at: <https://www.mdpi.com/1996-1073/12/1/62>
10. Rimkevicius, S., Kaliatka, A., Valincius, M., Dundulis, G., Janulionis, R., Grybenas, A., & Zutautaitė, I. (2012). Development of approach for reliability assessment of pipeline network systems. *Applied Energy*, (94), pp. 22–33. (In English). DOI: 10.1016/j.apenergy.2012.01.015

Сведения об авторах

Муравьева Людмила Викторовна, д. т. н., доцент, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А., e-mail: rfludmia@yandex.ru

Овчинников Игорь Георгиевич, д. т. н., профессор базовой кафедры АО «Мостострой-11», Тюменский индустриальный университет, e-mail: ovchinnikovig@tyuiu.ru

Information about the authors

Liudmila V. Muravieva, Doctor of Engineering, Associate Professor, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, e-mail: rfludmia@yandex.ru

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

Для цитирования: Муравьева, Л. В. Особенности расчета технологических трубопроводов устройства морского месторождения с использованием корреляции данных сейсмического воздействия / Л. В. Муравьева, И. Г. Овчинников. – DOI: 10.31660/2782-232X-2021-2-24-32. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. – № 2. – С. 24–32.

For citation: Muravieva, L. V., & Ovchinnikov, I. G. (2021). Features of the analysis of technological pipelines for the development of an offshore field using the correlation of seismic impact data. *Arkhitektura, stroitel'stvo, transport* [Architecture, construction, transport], (2), pp. 24-32. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2021-2-24-32.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ОТХОДОВ ОБРЕЗКИ ГОРОДСКИХ ДЕРЕВЬЕВ ПО ОТНОШЕНИЮ К РАСТВОРЕННЫМ НЕФТЕПРОДУКТАМ В ВОДНЫХ СРЕДАХ

С. В. Максимова, А. А. Воронов
Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

RESEARCH OF SORPTION CAPACITY OF CUTTING WASTE OF URBAN TREES IN RELATION TO DISSOLVED PETROLEUM PRODUCTS IN AQUATIC ENVIRONMENTS

Svetlana V. Maksimova, Andrey A. Voronov
Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. Рассмотрены основные проблемы, связанные с очисткой поверхностных сточных вод городских территорий. Поставлена задача поиска методов извлечения из водных растворов нефтепродуктов, относящихся к основным загрязнениям поверхностных сточных вод. Использование измельченных отходов от опилки городских деревьев в качестве сорбента позволяет получить экономичный материал и решить задачу утилизации веток деревьев. Приведено описание эксперимента по определению нефтеемкости и статической обменной емкости опилок клена и тополя. Установлена зависимость степени извлечения нефтепродуктов фитосорбентами от времени контакта. Сформирован вывод о применимости отходов опила городских деревьев в качестве загрузки сорбционных фильтров для очистки поверхностных сточных вод от нефтепродуктов.

Abstract. The article considers main problems associated with the treatment of surface wastewater in urban areas. This work addresses the task of searching for methods of extraction from aqueous solutions of petroleum products related to the main contamination of surface wastewater. Shredded waste from urban trees filing is an economical sorption material. Urban trees' sawdust solves the problem of recycling tree branches. The authors describe of the experimental determination of oil capacity and static exchange capacity of maple and poplar sawdust, and show a dependence of the degree of extraction of oil products by phytosorbents on the contact time. The article concludes with assessment of applying urban trees filing waste as a sorption filters' filling for cleaning surface wastewater from oil products.

Ключевые слова: поверхностные сточные воды, очистка поверхностного стока, нефтепродукты, сорбция, фитосорбенты, опилочка деревьев

Key words: surface wastewater, surface wastewater treatment, petroleum products, sorption, phytosorbents, tree filing

Введение

К основным загрязнениям поверхностных сточных вод, образующихся на территориях современных городов и промышленных предприятий, относятся взвешенные вещества, нефтепродукты, органические вещества, ионы тяжелых металлов, хлориды [1]. Очистные сооружения поверхностного стока и талого стока снежных полигонов являются периодически действующими.

Поверхностные сточные воды также образуются на строительных площадках в результате обмыва поверхностей автотранспорта при выезде на городскую территорию. Основными видами загрязнений данных сточных вод являются взвешенные вещества и нефтепродукты. Концентрация нефтепродуктов может достигать значений 30-80 мг/дм³. Сорбционные методы очистки в сочетании с предварительным отстаиванием снижают концентрации загрязнений в сточных водах от мойки автомобилей до значений, позволяющих создать оборотный цикл водопользования [2].

Для указанных объектов и категорий сточных вод важно подобрать экономичные методы и очистные сооружения.

Еще одной проблемой городского хозяйства является уход за древесными насаждениями. После опилочки городских деревьев в Воронеже (население 1,06 млн чел., общая площадь – 59,6 тыс. га, площадь зеленых зон общего пользования – 959 га) ежегодно образуется 8 137 м³ фитомассы, которую необходимо утилизировать. Пирамидальные тополя составляют 25 % от общего количества деревьев [3]. Исследования, проведенные в городе Йошкар-Оле, показали, что более 50 % живых изгородей состоит из клена ясенелистного [4]. В сибирском регионе к наиболее часто используемым в практике озеленения лиственным породам относятся: береза, клен, тополь [5, 6].

Выбранные для дальнейших исследований клен и тополь – достаточно распространенные виды в составе зеленых насаждений российских городов.

Клен ясенелистный был завезен в Европу в XVII веке из Северной Америки и первоначально произрастал в ботанических садах и парках. В настоящее время он является инвазионным видом и препятствует биологическому разнообразию растений. Клен ясенелистный быстрее других пород деревьев образует многоярусные заросли, затрудняя возобновление местных видов. Именно быстрый рост сделал его популярной в озеленении культурой. Однако ввиду этой особенности поддержание посадок клена в ухоженном состоянии является трудоемким процессом. Корневая поросль клена портит газоны и разрушает асфальтовое покрытие дорог и тротуаров. Быстрое разрастание создает проблемы при обслуживании инженерных коммуникаций. По указанным причинам клен ясенелистный не рекомендуется к применению в озеленении населенных мест [4].

Тополь относится к наиболее распространенным видам деревьев, применяемых в озеленении населенных пунктов. Это связано с его зимостойкостью, пыле- и газоустойчивостью, а также способностью к быстрому росту. Он легко адаптируется к изменению внешних условий, например, к коротким вегетационным периодам северных регионов [7]. Тополь нашел широкое применение в защитном лесоразведении, закреплении берегов и оврагов. К недостаткам использования тополя в городах можно отнести образование пуха в летний период.

Исследования использования компонентов лиственных деревьев в качестве сорбционных материалов для извлечения загрязнений из водных сред показали их эффективность в отношении ионов металлов и нефтепродуктов. Изучение сорбции ионов Ni²⁺ и ионов Cr₂O₇²⁻ из раство-

ров с концентрацией 1,0-25,0 мг/дм³ опилками клена показало, что сорбционное равновесие устанавливается в течение 60 и 200 минут соответственно. Эффект очистки от ионов Cu²⁺ кленовыми опилками достигает значений 62–82 % при оптимальных значениях pH = 5,0 ÷ 7,0. Время насыщения сорбента из листового опада клена и тополя нефтепродуктами до 80 % от максимальной емкости составляет не более 6 минут, что является важной эксплуатационной характеристикой сорбционных фильтров. Сорбционная емкость модифицированных опилок деревьев рода тополь по отношению к полициклическим ароматическим углеводородам составила 4,26 ÷ 4,89 мг/г [8].

При изучении применимости отходов десяти видов деревьев, преобладающих на территории Хорватии, для удаления из водного раствора синтетического красителя Конго красного (Congo Red) был сделан вывод о том, что евроамериканский тополь является эффективным биосорбентом. Степень извлечения указанного соединения достигла 71,8 % [9].

Объект и методы исследования

В данной работе полученные во время зимней обрезки деревьев ветки клена и тополя были измельчены и просеяны через сито с размерами ячеек 2 мм (рис. 1). У мелких опилок площадь поверхности больше, что улучшает сорбционную способность материала [10]. Перед исследованиями материал был высушен до постоянной массы в сушильном шкафу.

Нефтеемкость опила веток определяли следующим образом. Сетчатый контейнер цилиндрической формы с 5 г исследуемого материала опускали в нефтепродукты и оставляли на 10 минут (рис. 2).

После извлечения контейнера из нефтяной среды давали избытку нефтепродуктов стечь и взвешивали насыщенный нефтепродуктами сорбционный материал вместе с контейнером. Перед началом исследования сорбента была определена масса сетчатого контейнера вместе с удерживаемыми на нем нефтепродуктами (холодная проба) [11, 12].



Рис. 1. Обрезка городских деревьев

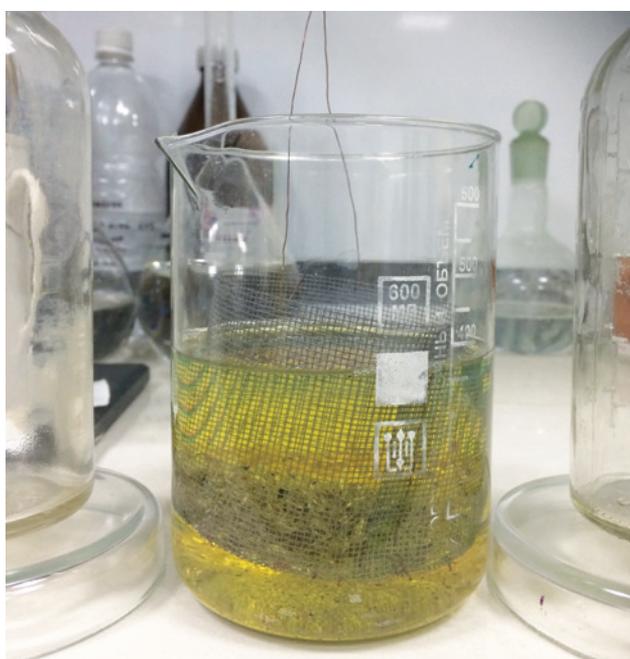


Рис. 2. Определение нефтеемкости

Нефтеемкость была определена по формуле, г/г:

$$HE = \frac{m - m_c - m_k}{m_c}, \quad (1)$$

где m – масса контейнера с сорбционным материалом и удерживаемыми нефтепродуктами, г;

m_c – масса сорбционного материала, г;

m_k – масса контейнера с удерживаемыми нефтепродуктами (холостая проба), г.

Для определения степени извлечения нефтепродуктов из водного раствора исследуемыми сорбционными материалами в лабораторную посуду были помещены их навески массой 5 г и залиты 100 см³ модельного раствора с исходной концентрацией нефтепродуктов 12,7 мг/дм³. Отбор проб воды для определения содержания в ней нефтепродуктов после контакта с сорбентами осуществлялся через 1, 3, 5, 10, 15, 20, 30, 60 минут.

Определение концентрации растворенных нефтепродуктов проводилось на анализаторе жидкости «Флюорат-02-3М». Метод основан на экстракции гексаном нефтепродуктов из пробы воды и измерении интенсивности флуоресценции полученного экстракта на анализаторе жидкости с последующим автоматическим вычислением концентрации.

Статическая обменная емкость (СОЕ) была определена по формуле, мг/г:

$$COE = \frac{(C_{исх} - C_{равн}) \cdot V}{g}, \quad (2)$$

где g – масса сухого сорбента, г;

V – объем приливаемого к сорбенту раствора, дм³;

$C_{исх}$ – исходная концентрация нефтепродуктов в исходной воде, мг/дм³;

$C_{равн}$ – равновесная (остаточная) концентрация нефтепродуктов в очищенной воде, мг/дм³.

Результаты

Итог определения нефтеемкости опила веток клена и тополя внесен в таблицу 1. Для сравнения в таблице приведены данные по нефтеемкости природных органических материалов по результатам исследований других авторов [13]. Из таблицы 1 видно, что нефтеемкость исследуемых опилок уступает только торфу и бересте березы.

Таблица 1

Нефтеемкость природных органических материалов

Материал	Нефтеемкость, г/г
Опил веток клена	5,32
Опил веток тополя	5,36
Кора сосны	3,8
Опилки осины	4,7
Кора осины	4,9
Торф	6–7
Береста березы	7,2

Зависимость степени извлечения нефтепродуктов опилом веток клена и тополя представлена на рис. 3.

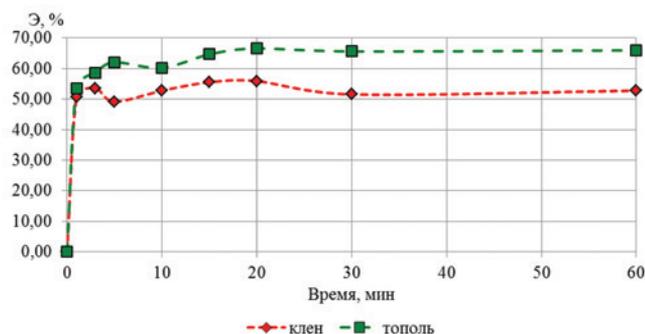


Рис. 3. Зависимость степени извлечения нефтепродуктов опилом веток клена и тополя от времени

Обсуждение

По классификации нефтеемкость опила веток клена и тополя можно отнести к категории «средняя» (5-15 г/г) [11].

Сорбция зависит от времени контакта между сорбентом и извлекаемым веществом. Определение оптимального времени контакта для применения исследуемого сорбента в реальных условиях очистных сооружений важно. Из рис. 3 видно, что процесс сорбции нефтепродуктов из водного раствора опилками клена и тополя на начальных стадиях идет достаточно быстро. Уже через 1 минуту контакта степень извлечения нефтепродук-

тов из водного раствора составляет 50,79 % для опилок клена и 53,54 % для опилок тополя. Затем, после насыщения внешней поверхности и больших пор, процесс извлечения нефтепродуктов из водного раствора сорбентом несколько замедляется. Это связано с тем, что нефтепродукты транспортируются от участков на поверхности фитосорбента к внутренним участкам. Максимального значения эффект очистки достигает на 20-й минуте, далее в системе наступает равновесие. Величина сорбционной обменной емкости в этот момент времени составляет: для клена – 0,142 мг/дм³, для тополя – 0,169 мг/дм³.

В соответствии с классификацией сорбентов для очистки сточных вод от нефтепродуктов, приведенной в работе [11], скорость поглоще-

ния нефтепродуктов опилом веток клена и тополя средняя (10-30 минут).

Выводы

Сорбционные материалы, полученные из опила веток городских деревьев, удовлетворяют таким требованиям, как высокая сорбционная способность по отношению к нефтепродуктам, минимальное время поглощения основной массы загрязнений, экономичность, экологичность, технологичность изготовления и утилизации.

Отходы опила городских деревьев являются перспективными материалами для использования в качестве загрузки сорбционных фильтров для очистки поверхностных сточных вод от нефтепродуктов.

Библиографический список

1. Совершенствование рациональных городских инженерных систем очистки поверхностных сточных вод / А. А. Воронов, Е. С. Малышкина, Е. И. Вялкова, С. В. Максимова. – DOI: 10.17673/Vestnik.2018.03.10. – Текст : непосредственный // Градостроительство и архитектура. – 2018. – Т. 8. – № 3. – С. 43–50.
2. Москвичева, Е. В. Состав сточных вод, образующихся после обмыва автотранспорта на строительных площадках / Е. В. Москвичева, О. П. Радченко, Д. П. Клочков. – Текст : непосредственный // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия : Строительство и архитектура. – 2020. – Вып. 1(78). – С. 182–189.
3. Шаталов, П. В. Инновационный подход к утилизации древесных отходов при опилровке городских насаждений в г. Воронеже / П. В. Шаталов, А. Л. Подкопаева. – Текст : непосредственный // Инновации, технологии и бизнес. – 2020. – № 1 (7). – С. 102–108.
4. Горяева, Е. В. Инвентаризация зеленых насаждений с использованием ГИС-технологий на примере города Лесосибирска / Е. В. Горяева, А. П. Мохирев. – Текст : непосредственный // Лесной журнал. – 2015. – № 2. – С. 80–89.
5. Куклина, Т. Э. Ассортимент древесных растений, используемых в озеленении г. Томска / Т. Э. Куклина, И. Е. Мерзлякова. – Текст : непосредственный // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2013. – № 4 (24). – С. 47–66.
6. Серебрякова, Н. Е. Оценка качественного состава живых изгородей города Йошкар-Олы / Н. Е. Серебрякова, А. С. Сватухин, А. А. Решетняк. – Текст : непосредственный // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 3 (14). – С. 71–78.
7. Cooke, J. E. K. Trees of the people: the growing science of poplars in Canada and worldwide / J. E. K. Cooke, S. B. Rood. – DOI: 10.1139/B07-125. – Direct text // Canadian Journal of Botany. – 2007. – Vol. 85. – Iss. 12. – P. 1103–1110.
8. Денисова, Т. Р. Использование компонентов лиственных деревьев средней полосы России в качестве сорбционных материалов для удаления поллютантов из водных сред. Обзор литературы / Т. Р. Денисова, И. Г. Шайхиев. – Текст : непосредственный // Вестник технологического университета. – 2017. – Т. 20. – № 24. – С. 145–158.

9. From waste to biosorbent: removal of Congo Red from water by waste wood biomass / M. Stjepanović, N. Velić, A. Galić [et al.]. – DOI: 10.3390/w13030279. – Direct text // Water. – 2021. – V. 13. – P. 279.
10. Ismail, A. S. Preparation and evaluation of fatty sawdust as a natural biopolymer for oil spill sorption / A. S. Ismail. – Direct text // Chemistry Journal. – 2015. – Vol. 5. – Iss. 5. – Pp. 80–85.
11. Малышкина, Е. С. Классификация сорбентов, используемых в технологиях очистки сточных вод от нефтепродуктов / Е. С. Малышкина. – DOI: 10.17673/Vestnik.2020.03.5. – Текст : непосредственный // Градостроительство и архитектура. – 2020. – Т. 10. – № 3. – С. 26–34.
12. Малышкина, Е. С. Использование природных сорбентов в процессе очистки воды от нефтепродуктов / Е. С. Малышкина, Е. И. Вялкова, Е. Ю. Осипова. – DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-1-188-200. – Текст : непосредственный // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2019. – Т. 21. – № 1. – С. 188–200.
13. Особенности очистки воды от нефтепродуктов с использованием нефтяных сорбентов, фильтрующих материалов и активных углей / Е. В. Веприкова, Е. А. Терещенко, Н. В. Чесноков [и др.]. – Текст : непосредственный // Журнал Сибирского федерального университета. Серия : Химия. – 2010. – Т. 3. – № 3. – С. 285–304.

References

1. Voronov, A. A., Malyshkina, E. S., Vialkova, E. I., & Maksimova, S. V. (2018). Development of the rational urban engineering systems for the surface wastewater treatment. *Urban Construction and Architecture*, 8 (3), pp. 43-50. (In Russian). DOI: 10.17673/Vestnik.2018.03.10
2. Moskvicheva, E. V., Radchenko, O. P., & Klochkov, D. P. (2020). The composition of wastewater generated after washing of vehicles at construction sites. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: stroitel'stvo i arkhitektura*, 1(78), pp. 182-189. (In Russian).
3. Shatalov, P. V., & Podkopaeva, A. L. (2020). An innovative approach to the disposal of wood waste when filing urban plantations in the city of Voronezh. *Innovatsii, tekhnologii i biznes*, 1(7), pp. 102-108. (In Russian).
4. Goryaeva, E. V., & Mokhirev, A. P. (2015). Inventarizatsiya zelenykh nasazhdeniy s ispol'zovaniem GIS-tekhnologii na primere goroda Lesosibirsk. *Lesnoy zhurnal (Russian Forestry Journal)*, (2), pp. 80-89. (In Russian).
5. Kuklina, T. E., & Merzlyakova, I. E. (2013). Assortment of woody plants used in Tomsk landscape gardening. *Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Biologiya (Tomsk State University Journal of Biology)*, 4 (24), pp. 47-66. (In Russian).
6. Serebryakova, N. E., Svatukhin, A. S., & Reshetnyak, A. A. (2020). Assessment of the qualitative composition of the living fences of the city of Yoshkar-Ola. *Housing and utilities infrastructure*, 3 (14), pp. 71-78. (In Russian).
7. Cooke, J. E. K., & Rood, S. B. (2007). Trees of the people: the growing science of poplars in Canada and worldwide. *Canadian Journal of Botany*, 85(12), pp. 1103-1110. (In English). DOI: 10.1139/B07-125
8. Denisova, T. R., & Shaikhiev, I. G. (2017). Ispol'zovanie komponentov listvennykh derev'ev sredney polosy rossii v kachestve sorbtsionnykh materialov dlya udaleniya pollyutantov iz vodnykh sred. *Obzor literatury. Vestnik tekhnologicheskogo universiteta*, 20 (24), pp. 145-158. (In Russian).
9. Stjepanovic, M., Velic, N., Galic, A., Kosovic, I., Jakovljevic, T., & Habuda-Stanic, M. (2021). From Waste to Biosorbent: Removal of Congo Red from Water by Waste Wood Biomass. *Water*, 13(3), pp. 279. (In English). DOI: 10.3390/w13030279
10. Ismail, A. S. (2015). Preparation and evaluation of fatty sawdust as a natural biopolymer for oil spill sorption. *Chemistry Journal*, 5(5), pp. 8-85. (In English). DOI: 10.3390/w13030279

-
11. Malyshkina, E. S. (2020). Classification of sorbents used in technologies for purification of waste water from petroleum products. *Urban Construction and Architecture*, 21 (1), pp. 26-34. (In Russian). DOI: 10.17673/Vestnik.2020.03.5
 12. Malyshkina E. S., Vyalkova, E. I., & Osipova, E. Yu. (2019). Water purification with natural sorbents. *Vestnik of Tomsk State University of Architecture and Building*, 21(1), pp. 188-200. (In Russian). DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-1-188-200
 13. Veprikova, E. V., Tereshchenko, E. A., Chesnokov, N. V., Shchipko, M. L., & Kuznetsov, B. N. (2010). Peculiarity of water purifying from oil products with make use of oil sorbents, filtering materials and active coals. *Journal of Siberian Federal University. Chemistry*, 3(3), pp. 285-304. (In Russian).

Сведения об авторах

Максимова Светлана Валентиновна, к. т. н., профессор кафедры водоснабжения и водоотведения, Тюменский индустриальный университет, e-mail: maksimovasv@tyuiu.ru

Воронов Андрей Александрович, аспирант кафедры водоснабжения и водоотведения, Тюменский индустриальный университет, e-mail: teplooo@mail.ru

Information about the authors

Svetlana V. Maksimova, Candidate of Engineering, Professor at the Department of Water Supply and Sanitation, Industrial University of Tyumen, e-mail: maksimovasv@tyuiu.ru

Andrey A. Voronov, Postgraduate at the Department of Water Supply and Sanitation, Industrial University of Tyumen, e-mail: teplooo@mail.ru

Для цитирования: Максимова, С. В. Исследование сорбционной способности отходов обрезки городских деревьев по отношению к растворенным нефтепродуктам в водных средах / С. В. Максимова, А. А. Воронов. – DOI: 10.31660/2782-232X-2021-2-33-39. – Текст : непосредственный // *Архитектура, строительство, транспорт*. – 2021. – № 2. – С. 33–39.

For citation: Maksimova, S. V., & Voronov, A. A. (2021). Research of sorption capacity of cutting waste of urban trees in relation to dissolved petroleum products in aquatic environments. *Arkhitectura, stroitel'stvo, transport* [Architecture, construction, transport], (2), pp. 33-39. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2021-2-33-39.

МЕТОДЫ ДЕЗОДОРАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД НА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Е. С. Глущенко, А. А. Кадысева
Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

WASTEWATER DEODORIZATION METHODS AT WASTEWATER TREATMENT PLANTS

Ekaterina S. Glushchenko, Anastasia A. Kadyseva
Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. В статье представлен обзор существующих методов снижения выбросов в атмосферу газообразных веществ с характерными неприятными запахами в процессе очистки сточных вод и обработки осадков на городских очистных сооружениях. Обзор проводился на основе российских и зарубежных исследований в период с 2000 по 2020 год. Рассмотрены преимущества и недостатки основных методов снижения концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе вблизи очистных сооружений.

Ключевые слова: запахи, сточные воды, очистка сточных вод, дезодорация, биофильтрация, скрубберы, адсорбция, очистные сооружения канализации

Abstract. The article presents a review of existing methods for reducing gases' emissions with specific unpleasant odors during the process of wastewater and sludge treatment at wastewater treatment plants. The review is based on the Russian and foreign research in the period from 2000 to 2020. The article considers advantages and disadvantages of the main methods for reducing the concentration of pollutants in the air near treatment plants.

Key words: odors, wastewater, wastewater treatment, deodorization, biofiltration, scrubbers, adsorption, wastewater treatment plants

Введение

Одним из приоритетных направлений развития Российской Федерации и мирового сообще-

ства в целом является обеспечение населения чистой питьевой водой в требуемом количестве, а также грамотный отвод, транспортировка и

очистка сточных вод до нормативных значений. Уровень комфорта жизни граждан, снижение риска распространения инфекционных и кишечных эпидемий напрямую зависят от этих факторов. Требования к очистке сточных вод перед выпуском их в водный объект предъявляются не только к бытовым стокам, но также к стокам промышленных предприятий ввиду специфичности их состава и высоких концентраций загрязнений.

При проектировании канализационных очистных сооружений требованиями нормативной документации регламентируется их местоположение: с подветренной стороны по отношению к жилой застройке, ниже по течению реки, с соблюдением санитарно-защитных зон (от 100 до 1000 м в зависимости от производительности и технологии очистки). Как известно, процессы очистки сточных вод и обработки осадков сопровождаются дополнительно высвобождением в атмосферу вредных и токсичных газов со зловонным запахом, которые должны нивелироваться санитарно-защитными зонами и не оказывать влияния на жизнедеятельность населения.

Современные темпы демографического роста и индустриализации обуславливают разрастание жилого массива и рост числа промышленных предприятий, что ведет к сокращению защитной зоны очистных сооружений и, как следствие, распространению запахов (одорантов) в пределах жилых кварталов. Также выделяющиеся в атмосферу газы оказывают негативное влияние на здоровье и качество работы обслуживающего персонала непосредственно на станции [1, 2]. В связи с ухудшением состояния атмосферного воздуха и участившимися жалобами населения на неприятные фекальные запахи возникает необходимость в сооружениях по очистке выделяющихся газообразных продуктов на очистных станциях.

Методы исследования

Поиск источников литературы по вопросу образования и методов очистки газов на очистных сооружениях и в системе водоотведения в целом осуществлялся в базах данных Scopus, Web of Science, Elibrary, Google Scholar на английском

и русском языках за период с 2000 по 2020 год. Для подбора релевантных публикаций отбор проводился по ключевым словам «wastewater odorants», «wastewater odors treatment», «volatile organic compounds from wastewater», «carbon footprint on wastewater treatment plants», «удаление запахов на очистных сооружениях», «летучие органические вещества». Все статьи, как обзорные, так и исследовательские, потенциально соотносящиеся с темой данной публикации, были изучены и проанализированы в полном объеме.

Результаты и обсуждения

В рамках публикации было проанализировано 25 источников, 87 % из которых – исследования китайских, индийских, польских и других зарубежных ученых, а 13 % – отечественных авторов.

Состав эмиссионных выбросов с очистных сооружений

К основным загрязнителям воздуха на территории расположения канализационных очистных сооружений относятся аммиак, сероводород, летучие органические соединения, парниковые газы (метан, углекислый газ, закись азота, водяной пар), а также твердые частицы разной степени дисперсности (аэрозоли) [3, 4]. При этом выделение этих загрязнений происходит как со свободной поверхности жидкости сооружений очистки сточных вод, так и с сооружений по обработке и утилизации осадка. Например, суммарные эмиссионные выбросы CO₂ на очистных сооружениях канализации могут достигать 4,23 кг/кг ХПК [4].

Основные источники выбросов загрязняющих веществ

Образование и выделение вредных и пахучих веществ (метана, углекислого газа, сероводорода, аммиака и других) начинается еще в канализационных коллекторах, особенно когда наблюдаются нарушения гидравлических параметров работы сети водоотведения. В результате этого приходящие на очистные сооружения канализации стоки уже могут содержать большое

количество одорантов и прекурсоров (спиртов, альдегидов, кетонов и т. д.).

Согласно информационно-технологическому справочнику по наилучшим доступным технологиям (ИТС 10-2019), можно выделить четыре основные группы процессов очистки сточных вод и обработки осадков, в ходе которых выделяются одоранты:

1. процессы с наиболее интенсивным выделением: удаление песка на песколовках, уплотнение осадка первичного отстойника и/или смеси осадков, уплотнение смеси стабилизированного осадка;
2. процессы с интенсивным выделением: осаждение взвешенных веществ в первичных отстойниках, биологическая очистка сточных вод на биофильтрах, уплотнение избыточного активного ила, механическое обезвоживание осадков, хранение осадка на иловых площадках и площадках подсушивания;
3. процессы с существенным выделением: хранение песка на песковых площадках, биологическая очистка в аэротенках, компостирование обезвоженной смеси осадков первичного и вторичного отстойников;
4. процессы с небольшим выделением: доочистка и обеззараживание сточных вод.

В процессе механической очистки удаляемый из песколовки песок содержит в своем составе органические компоненты, которые являются главными источниками образования неприятных запахов. Первичные отстойники предназначены для удаления взвешенных веществ в процессе осаждения. Так как в данной технологии отсутствуют какие-либо дополнительные процессы, например, биологические или химические, то концентрации выбрасываемых в воздух загрязнений не снижаются. Помимо этого, не удаленный вовремя осадок может провоцировать дополнительные выбросы метана. Всплывающие на поверхность отстойника жировые примеси также способствуют повышению концентраций летучих жирных кислот в воздухе.

После механической очистки сточные воды подвергаются биологической очистке в аэробных реакторах различного типа (аэротенках и

биофильтрах). В результате жизнедеятельности микроорганизмов происходят процессы деструкции органических соединений до простых органических или неорганических производных. На этом этапе наблюдается повышение концентраций углекислого газа, оксидов азота, сероводорода и аммиака [5]. Помимо сероводорода в воздух могут выделяться органические сульфиды (диметилсульфид). Введение перед сооружениями биологической очистки различных добавок – флокулянтов и реагентов для осаждения соединений фосфора ($AlCl_3$, CaO , $FeCl_3$ и других) – также может способствовать высвобождению газообразных продуктов реакции в атмосферу.

Крупным источником эмиссии в атмосферу загрязняющих газов являются сооружения по обработке и утилизации осадков сточных вод. Основные одоранты, образующиеся на данном этапе, – метан и летучие органические соединения, так как процессы протекают в основном при недостатке кислорода.

Характер запаха сточных вод и, соответственно, окружающего воздуха на каждом этапе технологической схемы очистки стоков и обработки осадков обусловлен различными химическими веществами. Например, землистый запах обусловлен наличием в воде геосмина, 2-метилзоборнеола (МИБ), плесневый – трихлоранизола, травянистый – присутствием гексаналя, фекальный – скатола, индола, валериановой кислоты, рыбный – аминными соединениями [6].

Методы дезодорации сточных вод

Самый простой способ предотвращения распространения зловонных запахов – добавление специальных ароматических веществ для их маскировки. Однако данный способ не решает саму проблему очистки газов и их влияния на здоровье населения, а только снижает уровень дискомфорта жителей.

Методы дезодорации можно разделить на две большие группы (рис. 1) [7]:

1. связанные с минимизацией образования газообразных продуктов реакции за счет модернизации или модификации технологии

- очистки стоков и обработки осадков (изменения условий работы биологической очистки);
- направленные на непосредственный отвод газов от сооружений и их отдельную очистку (окислительные методы – термическое и каталитическое окисление, биологические методы; восстановительные – сорбционные методы, мембранные технологии, химические скрубберы).

Способы модификации и модернизации технологии очистки сточных вод

Внесением корректировок в параметры работы очистных сооружений, таких как дополнение аэробной очистки в аэротенках аноксидными и анаэробными зонами, модернизация системы аэрации, корректировка pH среды и концентрации подаваемого в сооружения кислорода, температуры, ввод окислителей (пероксида водорода, перманганата калия, диоксида хлора, озона и других), можно достигнуть снижения эмиссии загрязняющих веществ в атмосферу до 30 % [8–11]. Например, при повышении pH сероводород трансформируется в ион HS^- , что, соответственно, снижает его выбросы в атмосферу [5, 7]. Обезвреживание осадков в анаэробных условиях на биогазовых установках (метантенках)

также способствует снижению эмиссии вредных веществ и производству энергии для нужд станции. Главным преимуществом являются низкие капитальные затраты, так как не требуется устройства дополнительных сооружений. Однако данными способами можно добиться только незначительного снижения выбросов загрязнений, кроме того, необходима точная наладка технологических и эксплуатационных параметров.

Методы очистки образующихся газов на специальных сооружениях

Методы очистки уже образовавшихся и собранных газов различаются по механизму действия: окислительные и восстановительные (рис. 1). Для обеспечения поступления газов на очистку необходимо предусматривать покрытие сооружений защитным куполом, под которым будет скапливаться загрязненный воздух и по системе вентиляции нагнетаться на сооружения по его обработке.

Биологические методы являются широко распространенным способом борьбы с неприятными запахами на объектах очистных сооружений ввиду простоты их использования, экологичности и относительной экономичности. Биологическими методами за счет окислитель-

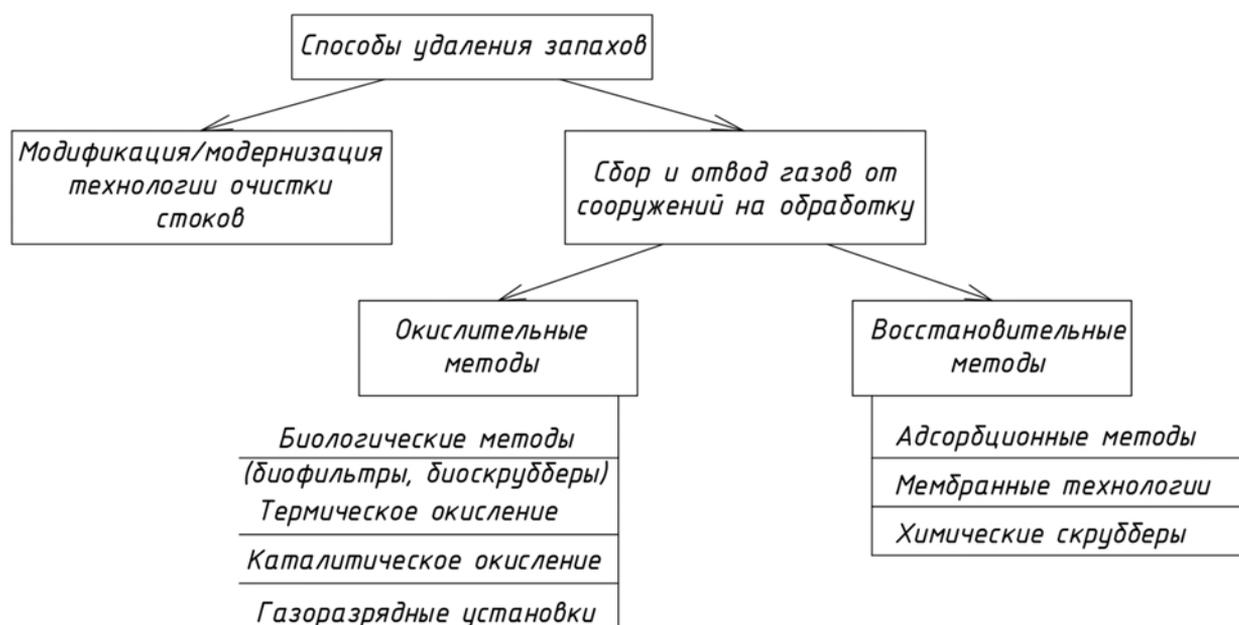


Рис. 1. Классификация методов дезодорации сточных вод

ной способности микроорганизмов возможно удалить из воздуха такие загрязнения, как спирты, кетоны, альдегиды, сероводород, органические кислоты, азотсодержащие компоненты и другие [12, 13]. Сооружениями, принцип действия которых основан на данном методе, являются открытые и капельные биофильтры, биоскрubberы. Принцип биофильтрации заключается в прохождении выделяющихся увлажненных одорантов через слой фильтрующей загрузки с прикрепленной на ее поверхности биопленкой (группы бактерий, грибов, дрожжей, простейших и водорослей). При этом загрязнители подвергаются деструкции микроорганизмами биопленки. В качестве загрузки биофильтра могут выступать древесные опилки, торф, компост, полимерные или керамические материалы с высокой степенью пористости для обеспечения большой площади контакта газа с загрузкой, ввиду низкой стоимости и высокой воздухопроницаемости. В открытых биофильтрах загрязненный воздух, подводимый в нижнюю часть сооружения, проходя через слой загрузки с иммобилизованной биопленкой, очищается от загрязнений и высвобождается в атмосферу через свободную поверхность загрузки. В капельных биофильтрах жидкая среда с питательным субстратом для микроорганизмов непрерывно циркулирует через слой загрузки биофильтра в противоток или в одном направлении с подаваемым на очистку воздухом [14]. Эффективность биологической очистки может достигать 99 % (сероводород – 98,5 %, аммиак – 99,9 %) [15, 16].

Биоскрubberы – сооружения биологической очистки, в которых в качестве орошающей жидкости выступает активный ил. Отводимый от сооружений очистки воздух орошается водной средой (например, сточной водой после вторичного отстаивания), растворяя при этом загрязняющие компоненты воздуха. Загрязненная вода после контакта с воздухом возвращается в аэротенки на очистку. В отличие от биофильтров, биоскрubberы подходят для станций большой производительности, обеспечивая большие эффекты дезодорации. Они эффективны для удаления только легко растворимых в водной среде загрязнений

[5, 17]. Незначительное снижение концентрации сероводорода отмечается в воздухе, прошедшем очистку на биоскрubberах [14].

Основными преимуществами всех биологических методов являются низкие эксплуатационные затраты, а также возможность работы сооружений при атмосферном давлении и широком диапазоне температур (10–40 °С). Однако так же, как и биологическая очистка сточных вод, процессы биофильтрации чувствительны к низким температурам, разовым повышениям концентраций загрязняющих одорантов, что накладывает отпечаток на условия установки биофильтров и обуславливает необходимость обеспечения относительно постоянных концентраций загрязнений [17, 18]. Кроме того, биофильтры занимают достаточно большие площади, что необходимо учитывать при выборе места их устройства [18], также имеет место длительный период адаптации микроорганизмов к количественному и качественному изменению состава поступающего на очистку воздуха.

Недостатков биологических методов дезодорации лишены физико-химические методы, представленные в основном химическими скрубберами и адсорбционными колоннами (физическая сорбция и хемосорбция). При физической адсорбции газообразные загрязнения, проходя через слой неподвижного сорбента, задерживаются в его порах и на поверхности за счет Ван-дер-Ваальсовых сил [7]. В качестве основного сорбента выступает активированный уголь, имеющий значительную площадь контакта с сорбентом и высокую эффективность удаления летучих органических загрязнений. Для обеспечения лучшей дезодорации перед использованием производят обработку угля растворами щелочей (NaOH, KOH), кислот, солей [19, 20]. После адсорбции газов всей поверхностью сорбента активированный уголь отправляют на регенерацию горячим паром. Однако, несмотря на достаточно большую сорбционную эффективность активированного угля (например, сорбция сероводорода – 99,5 % [21]), недостатками данного вида сорбции остаются высокие эксплуатационные затраты, а также сложность регенерации угля.

В качестве альтернативного варианта сорбента применяются природные и синтетические цеолиты, зола, полимерные материалы, керамические и другие материалы, характеризующиеся высокой сорбционной способностью и пористостью. Например, синтетический сорбент NaZSM-5 на 80 % удаляет толуол и этилбензол, на 50 % – бензол, а HZSM-5 практически полностью сорбирует эти загрязняющие компоненты из подводимого воздуха [22]. Данные синтетические материалы экологичны, стабильны, имеют высокую сорбционную способность и способность к регенерации.

Несмотря на высокий эффект удаления загрязнений из воздуха, концентрации на выходе из адсорбера не всегда соответствуют нормативным требованиям. Кроме того, при очистке высококонцентрированных воздушных потоков процессы сорбции становятся весьма затратными. Поэтому для снижения высоких концентраций загрязняющих веществ в воздухе применяют многоступенчатую очистку с адсорберами на второй стадии обработки. Такие системы уже реализованы в Нью-Йорке (США), Ханье (Крит, Греция), Ханчжоу (Китай). На первом этапе очистки более оптимальным и дешевым вариантом служат химические скрубберы.

Существует множество конфигураций скрубберов в зависимости от способа смешения газов с жидкой фазой: скрубберы Вентури, насадочные, барботажные, пенные скрубберы и другие. Как правило, на очистных станциях устанавливаются насадочные скрубберы, в которых подаваемый снизу сооружения газ орошается через вертикальный слой насадки жидкостью. Жидкая фаза непрерывно циркулирует через пластиковую насадку, подпитываясь необходимыми реагентами. В качестве реагентов, добавляемых в орошающий раствор, могут быть использованы гипохлорит натрия, серная кислота, гидроксид натрия, тиосульфат натрия. Наиболее часто применяется гипохлорит натрия, однако он способствует образованию побочных газообразных хлорсодержащих продуктов, также имеющих неприятный запах и опасных для человека. Поэтому на сегодняшний день для удаления неприятных

запахов, в частности, сероводорода, и пылевых частиц идет разработка скрубберов с применением пероксида водорода H_2O_2 . Эффективность удаления сероводорода на таких скрубберах составляет 90-99 % [21, 23].

Для большего эффекта могут использоваться двухступенчатые установки [24] с применением последовательно кислотных окислителей и щелочных восстановителей. Главным недостатком химических скрубберов является необходимость устройства и эксплуатации реагентного хозяйства.

К перспективным методам можно отнести мембранные технологии (обратный осмос, электродиализ, диализ), термическое и каталитическое окисление и газоразрядные установки. Однако они не нашли широкого применения ввиду их сложной эксплуатации и высокой стоимости [25].

Выводы

Проблема выбросов различных газообразных веществ в процессе очистки сточных вод и обработки осадков на канализационных очистных сооружениях существовала со времен строительства очистных станций. В связи с приближением жилой застройки к сооружениям очистки сточных вод она стала особенно актуальной и потребовала более глубокого и конкретного изучения. Ситуация усугубляется наличием у некоторых газовых компонентов специфических зловонных запахов и свойств, отрицательно влияющих на здоровье человека.

Основными местами выделения газов на станции считаются сооружения механической очистки, аэротенки и сооружения по обработке и утилизации осадков (иловые и песковые площадки, стабилизаторы, сбраживатели). Среди наиболее распространенных способов очистки образовавшихся газов можно выделить биологические и физико-химические методы, которые обладают достаточно высокой эффективностью удаления загрязнений. Дополнительно необходимо обеспечить снижение эмиссии газов за счет корректировки параметров работы канализационных очистных сооружений.

Библиографический список

1. Links between cognitive status and trace element levels in hair for an environmentally exposed population : a case study in the surroundings of the estarreja industrial area / M. M. S. C. Pinto, P. Marinho-Reis, A. Almeida [et al.]. – DOI: 10.3390/ijerph16224560. – Direct text // International journal of environmental research and public health. – 2019. – V. 16. – P. 1–20.
2. Byliński, H. Evaluation of health hazard due to emission of volatile organic compounds from various processing units of wastewater treatment plant / H. Byliński, J. Gębicki, J. Namieśnik. – DOI: 10.3390/ijerph16101712. – Direct text // International journal of environmental research and public health. – 2019. – V. 16. – P. 1–16.
3. Air pollution profiles and health risk assessment of ambient volatile organic compounds above a municipal wastewater treatment plant, Taiwan / D. R. Widiana, Y.-F. Wang, S.-J. You [et al.]. – DOI: 10.3390/ijerph16224560. – Direct text // Aerosol and air quality research. – 2019. – V. 19. – P. 375–382.
4. Xie, T. Impact of different factors on greenhouse gas generation by wastewater treatment plants in China / T. Xie, C. Wang. – DOI: 10.1109/ISWREP.2011.5893297. – Text : electronic // 2011 International Symposium on Water Resource and Environmental Protection. – 2011. – P. 1448–1451. – URL : <https://ieeexplore.ieee.org/document/5893297> (date of application : 05.12.2020).
5. Characteristics of odors emitted from municipal wastewater treatment plant and methods for their identification and deodorization techniques / P. Lewkowska, B. Cieslik, T. Dymerski [et al.]. – DOI: 10.1016/j.envres.2016.08.030. – Direct text // Environmental research. – 2016. – V. 151. – P. 573–586.
6. Development of an odor wheel classification scheme for wastewater / G. A. Burlingame, I. H. Suffet, D. Khiari, A. L. Bruchet. – Direct text // Water science and technology. – 2004. – V. 49. – P. 201–209.
7. Khan, F. I. Removal of volatile organic compounds from polluted air / F. I. Khan, A. Kr. Ghoshal. – DOI: 10.1016/S0950-4230(00)00007-3. – Direct text // Journal of loss prevention in the process industries. – 2000. – V. 13. – P. 527–545.
8. Carbon footprint analyses of mainstream wastewater treatment technologies under different sludge treatment scenarios in China / C. Chai, D. Zhang, Y. Yu [et al.]. DOI 10.3390/w7030918. – Direct text // Water. – 2015. – V. 7. – P. 918–938.
9. A rational procedure for estimation of greenhouse-gas emissions from municipal wastewater treatment plants / H. D. Monteith, H. R. Sahely, H. L. MacLean, D. M. Bagley. – DOI: 10.2175/106143005X51978. – Direct text // Water environment research. – 2005. – V. 77. – P. 390–403.
10. Yarıcıoğlu, P. Minimization of greenhouse gas emissions from extended aeration activated sludge process / P. Yarıcıoğlu. – DOI: 10.2166/wpt.2020.100. – Direct text // Water practice and technology. – 2021. – V. 16. – P. 96–107.
11. Баженов, В. И. Варианты технических решений по удалению запаха сточных вод / В. И. Баженов, Е. А. Королева. – Текст : непосредственный // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – № 5. – С. 104–107.
12. Орлов, В. А. Изучение процесса появления дурно пахнущих запахов в канализационных сетях и анализ средств их удаления / В. А. Орлов, А. В. Саймуллов, О. В. Мельник. – DOI: 10.22227/1997-0935.2020.3.409-431. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2020. – Т. 15. – № 3. – С. 409–431.
13. Малышева, А. А. Биофильтрация как способ дезодорации газовых выбросов при работе станций аэрации / А. А. Малышева. – Текст : непосредственный // Сантехника. – 2015. – № 3. – С. 40–43.
14. Current status and outlook of odor removal technologies in wastewater treatment plant / B. Ren, Y. Zhao, N. Lyczko, A. Nzihou. – DOI: 10.1007/s12649-018-0384-9. – Direct text // Waste and biomass valorization. – 2019. – V. 10. – P. 1443–1458.
15. Tsang, Y. F. Effects of high ammonia loads on nitrogen mass balance and treatment performance of a biotrickling filter / Y. F. Tsang, L. Wang, H. Chong. – DOI: 10.1016/j.psep.2015.08.008. – Direct text // Process safety environmental protection. – 2015. – V. 98. – P. 253–260.

-
16. Tsang, Y. F. Simultaneous hydrogen sulphide and ammonia removal in a biotrickling filter : crossed inhibitory effects among selected pollutants and microbial community change / Y. F. Tsang, L. Wang, H. Chua. – DOI: 10.1016/j.cej.2015.06.107. – Direct text // Chemical engineering journal. – 2015. – V. 281. – P. 389–396.
 17. An overview of principles of odor production, emission, and control methods in wastewater collection and treatment systems / A. Talaiekhosani, M. Bagheri, A. Goli, M. R. T. Khoozani. – DOI: 10.1016/j.jenvman.2016.01.021. – Direct text // Journal of environmental management. – 2016. – V. 170. – P. 186–206.
 18. Lebrero, R. Characterization and biofiltration of a real odorous emission from wastewater treatment plant sludge / R. Lebrero, M. G. L. Rangel, R. Muñoz. – DOI: 10.1016/j.jenvman.2012.11.038. – Direct text // Journal of environmental management. – 2013. – V. 116. – P. 50–57.
 19. VOCs removal by adsorption onto activated carbons from biocollagenic wastes of vegetable tanning / R. R. Gil, B. Ruiz, M. S. Lozano [et al.]. – DOI: 10.1016/j.cej.2014.02.012. – Direct text // Chemical engineering journal. – 2014. – V. 245. – P. 80–88.
 20. About reactions occurring during chemical activation with hydroxides / M. A. Lillo-Ródenas, J. Juan-Juan, D. Cazorla-Amorós, A. Linares-Solano. – DOI: 10.1016/j.carbon.2004.01.008. – Direct text // Carbon. – 2004. – V. 42. – P. 1371–1375.
 21. Устранение неприятных запахов от городских очистных сооружений канализации / П. Карагеоргос, М. Латос, М. Лазаридис, Н. Калогеракис. – Текст : непосредственный // НДТ. – 2018. – № 1. – С. 25–36.
 22. Aziz, A. Adsorptive volatile organic removal from air onto NaZSM-5 and HZSM-5: kinetic and equilibrium studies / A. Aziz, K. S. Kim. – DOI: 10.1007/s11270-017-3497-z. – Direct text // Water, air, & soil pollution. – 2017. – V. 228. – P. 1–11.
 23. Use of hydrogen peroxide in scrubbing towers for odor removal in wastewater treatment plants / I. Charron, C. Féliers, A. Couvert [et al.]. – DOI: 10.2166/wst.2004.0281. – Direct text // Water science and technology. – 2004. – V. 50. – P. 267–274.
 24. Treating odorous and nitrogenous compounds from waste composting by acidic chlorination followed by alkaline sulfurization / W.-H. Chen, Y.-C. Lin, J.-H. Lin [et al.]. – DOI: 10.1089/ees.2013.0272. – Direct text // Environmental engineering science. – 2014. – V. 31. – P. 583–592.
 25. Ryltseva, Yu. Measures to prevent sewerage odor emissions into the atmosphere / Y. Ryltseva, V. Orlov. – DOI: 10.1088/1757-899X/869/4/042002. – Text : electronic // IOP conference series: materials science and engineering. – 2020. – V. 869. – URL : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/869/4/042002/meta> (date of application : 10.02.2021).

References

1. Pinto, M. M. S. C., Marinho-Reis, P., Almeida, A., Pinto, E., Neves, O., Inacio, M., ... Moreira, P. I. (2019). Links between cognitive status and trace element levels in hair for an environmentally exposed population: a case study in the surroundings of the estarreja industrial area. *International journal of environmental research and public health*, (16) pp. 1-20. (In English). DOI: 10.3390/ijerph16224560
2. Byliński, H., Gębicki, J., & Namieśnik, J. (2009). Evaluation of health hazard due to emission of volatile organic compounds from various processing units of wastewater treatment plant. *International journal of environmental research and public health*, (16), pp. 1-16. (In English). DOI: 10.3390/ijerph16101712
3. Widiana, D. R., Wang, Y.-F., You, S.-J., Yang, H.-H., Wang, L.-C., Tsai, J.-H., & Chen, H.-M. (2019). Air pollution profiles and health risk assessment of ambient volatile organic compounds above a municipal wastewater treatment plant, Taiwan. *Aerosol and air quality research*, (19), pp. 375-382. (In English). DOI: 10.3390/ijerph16224560

4. Xie, T., & Wang, C. (2011). Impact of different factors on greenhouse gas generation by wastewater treatment plants in China. *International Symposium on Water Resource and Environmental Protection*, 20-22 May, Xi'an, China, pp. 1448-1451. (In English). DOI: 10.1109/ISWREP.2011.5893297. Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5893297> (date of application : 05.12.2020).
5. Lewkowska, P., Cieslik, B., Dymerski, T., Konieczka, P., & Namiesnik, J. (2016). Characteristics of odors emitted from municipal wastewater treatment plant and methods for their identification and deodorization techniques. *Environmental research*, (151), pp. 573-586. (In English). DOI: 10.1016/j.envres.2016.08.030
6. Burlingame, G. A. Suffet, I. H., Khiari, D., & Bruchet, A. L. (2004). Development of an odor wheel classification scheme for wastewater. *Water science and technology*, (49), pp. 201-209. (In English).
7. Khan, F. I., & Ghoshal, A. Kr. (2000). Removal of volatile organic compounds from polluted air. *Journal of loss prevention in the process industries*, (13), pp. 527-545. (In English). DOI: 10.1016/S0950-4230(00)00007-3
8. Chai, C., Zhang, D., Yu, Y., Feng, Y., & Wong, M. S. (2015). Carbon footprint analyses of mainstream wastewater treatment technologies under different sludge treatment scenarios in China. *Water*, (7), pp. 918-938. (In English). DOI: 10.3390/w7030918
9. Monteith, H. D. Sahely, H. R., MacLean, H. L., & Bagley, D. M. (2005). A rational procedure for estimation of greenhouse-gas emissions from municipal wastewater treatment plants. *Water environment research*, (77), pp. 390-403. (In English). DOI: 10.2175/106143005X51978
10. Yapıcıoğlu, P. (2021). Minimization of greenhouse gas emissions from extended aeration activated sludge process. *Water practice and technology*, (16), pp. 96-107. (In English). DOI: 10.2166/wpt.2020.100
11. Bazhenov, V. I., & Koroleva, E. A. (2014). Varianty tekhnicheskikh resheniy po udalenyu zapakha stochnykh vod. *Scientific and Technical Volga Region Bulletin*, (5), pp. 104-107. (In Russian).
12. Orlov, V. A., Saimullov, A. V., & Melnik, O. V. (2020). A study of the process of malodor formation in sewer networks and analysis of methods for its elimination. *Vestnik MGSU*, 15(3), pp. 104-107. (In Russian). DOI: 10.22227/1997-0935.2020.3.409-431
13. Malysheva, A. A. (2015). Biofil'tratsiya kak sposob dezodoratsii gazovykh vybrosov pri rabote stantsiy aeratsii. *Santekhnika*, (3), pp. 40-43. (In Russian).
14. Ren, B., Zhao, Y., Lyczko, N., & Nzihou, A. (2019). Current status and outlook of odor removal technologies in wastewater treatment plant. *Waste and biomass valorization*, (10), pp. 1443-1458. (In English). DOI: 10.1007/s12649-018-0384-9
15. Tsang, Y. F., Wang, L., & Chong, H. (2015). Effects of high ammonia loads on nitrogen mass balance and treatment performance of a biotrickling filter. *Process safety environmental protection*, (98), pp. 253-260. (In English). DOI: 10.1016/j.psep.2015.08.008
16. Tsang, Y. F., Wang, L., & Chua, H. (2015). Simultaneous hydrogen sulphide and ammonia removal in a biotrickling filter: crossed inhibitory effects among selected pollutants and microbial community change. *Chemical engineering journal*, (281), pp. 253-260. (In English). DOI: 10.1016/j.cej.2015.06.107
17. Talaiekhazani, A., Bagheri, M., Goli, A., & Khoozani, M. R. T. (2016). An overview of principles of odor production, emission, and control methods in wastewater collection and treatment systems. *Journal of environmental management*, (170), pp. 186-206. (In English). DOI: 10.1016/j.jenvman.2016.01.021
18. Lebrero, R., Rangel, M. G. L., & Muñoz, R. (2013). Characterization and biofiltration of a real odorous emission from wastewater treatment plant sludge. *Journal of environmental management*, (116), pp. 50-57. (In English). DOI: 10.1016/j.jenvman.2012.11.038
19. Gil, R. R. Ruiz, B., Lozano, M. S., Martin, M. J., & Fuente, E. (2014). VOCs removal by adsorption onto activated carbons from biocollagenic wastes of vegetable tanning. *Chemical engineering journal*, (245), pp. 80-88. (In English). DOI: 10.1016/j.cej.2014.02.012

-
20. Lillo-Ródenas, M. A., Juan-Juan, J., Cazorla-Amorós, D., & Linares-Solano, A. (2004). About reactions occurring during chemical activation with hydroxides. *Carbon*, (42), pp. 1371-1375. (In English). DOI: 10.1016/j.carbon.2004.01.008
 21. Karageorgos, P., Latos, M., Lazaridis, M., & Kalogerakis, N. (2018). Ustranenie nepriyatnykh zapakhov ot gorodskikh ochistnykh sooruzheniy kanalizatsii. *Nailuchshie dostupnye Tekhnologii Vodospabzheniya i Vodootvedeniya*, (1), pp. 40-43. (In Russian).
 22. Aziz, A., & Kim, K. S. (2017). Adsorptive volatile organic removal from air onto NaZSM-5 and HZSM-5: kinetic and equilibrium studies. *Water, air, & soil pollution*, (228), pp. 1-11. (In English). DOI: 10.1007/s11270-017-3497-z
 23. Charron, I., Feliers, C., Couvert, A., Laplanche, A., Patria, L., & Requieme, B. (2004). Use of hydrogen peroxide in scrubbing towers for odor removal in wastewater treatment plants. *Water science and technology*, (50), pp. 267-274. (In English). DOI: 10.2166/wst.2004.0281
 24. Chen, W.-H., Lin, Y.-C., Lin, J.-H., Yang, P.-M., & Jhang, S.-R. (2014). Treating odorous and nitrogenous compounds from waste composting by acidic chlorination followed by alkaline sulfurization. *Environmental engineering science*, (31), pp. 583-592. (In English). DOI: 10.1089/ees.2013.0272
 25. Ryltseva, Yu., & Orlov, V. (2020). Measures to prevent sewerage odor emissions into the atmosphere. *IOP conference series: materials science and engineering*, (869). (In English). DOI: 10.1088/1757-899X/869/4/042002. Available at: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/869/4/042002/meta> (date of application : 10.02.2021).

Сведения об авторах

Глущенко Екатерина Сергеевна, ассистент кафедры водоснабжения и водоотведения, Тюменский индустриальный университет, e-mail: ekaterina.gluschenko.1997@mail.ru

Кадысева Анастасия Александровна, д. б. н., профессор кафедры водоснабжения и водоотведения, Тюменский индустриальный университет, e-mail: kadysevaaa@tyuiu.ru

Information about the authors

Ekaterina S. Glushchenko, Assistant at the Department of Water Supply and Sanitation, Industrial University of Tyumen, e-mail: ekaterina.gluschenko.1997@mail.ru

Anastasia A. Kadyseva, Doctor of Biology, Professor at the Department of Water Supply and Sanitation, Industrial University of Tyumen, e-mail: kadysevaaa@tyuiu.ru

Для цитирования: Глущенко, Е. С. Методы дезодорации сточных вод на канализационных очистных сооружениях / Е. С. Глущенко, А. А. Кадысева. – DOI: 10.31660/2782-232X-2021-2-40-49. – Текст : непосредственный // *Архитектура, строительство, транспорт*. – 2021. – № 2. – С. 40–49.

For citation: Glushchenko, E. S., & Kadyseva, A. A. (2021). Wastewater deodorization methods at wastewater treatment plants. *Arkhitectura, stroitel'stvo, transport [Architecture, construction, transport]*, (2), pp. 40-49. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2021-2-40-49.

АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ МЕТОДОВ ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ГРАЖДАНСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

И. С. Довольнов

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

ANALYSIS OF THE APPLICABILITY OF METHODS OF UNDERGROUND CONSTRUCTION OF CIVIL AND INDUSTRIAL BUILDINGS

Ilya S. Dovolnov

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. Объектом сравнительного анализа выступают методы подземного строительства. В статье описаны технологии открытого, полужакрытого, комбинированного и закрытого методов подземного возведения зданий и сооружений. Рассмотрены различные виды крепления котлована, а также способы выемки грунта в зависимости от выбора метода строительства. На основании анализа применимости данных методов составлена сравнительная таблица.

Полученные результаты свидетельствуют о преимуществах полужакрытого метода подземного строительства при возведении гражданских и промышленных зданий.

Ключевые слова: подземное строительство, подземное сооружение, грунтовый массив, выемка, разработка грунта, «up-down», «top-down», «semi-top-down», трудоемкость, «стена в грунте»

Abstract. The object of comparative analysis is the methods of underground construction. The article describes the technologies of open, semi-closed, combined and closed methods of underground buildings' construction. The authors consider various types of pit fixing, and methods of excavation, depending on the choice of construction method, and provide a comparative table based on the analysis of the applicability of these methods. The results indicate the advantages of the semi-closed method of underground construction in the civil and industrial buildings' construction.

Key words: underground construction, underground structure, ground mass, excavation, pit, up-down, top-down, semi-top-down, labor intensity, «wall in the ground»

Введение

Проблемам освоения подземного пространства при планировании и застройке крупных городов в настоящее время уделяется особое внимание. Потребность в свободных площадях для жизнедеятельности городского населения только растет. Дефицит территорий обусловлен высокими темпами автомобилизации и постоянным увеличением числа жителей. Все это требует увеличения масштабов возведения подземных сооружений [1].

За рубежом давно возводят многоэтажные подземные парковочные, офисные и торговые площади, а также элементы транспортной инфраструктуры. Вопрос освоения подземных городских территорий в Российской Федерации также стоит довольно остро. Несмотря на высокую стоимость строительства данных сооружений, это наиболее рациональный метод использования подземного пространства в городской среде [2]. Воздействия сейсмических нагрузок на здания и сооружения, расположенные под землей, значительно меньше, чем на здания, возведенные на поверхности. Воздействия окружающей среды (не силовые) также ниже в несколько раз.

Тем не менее, темпы подземного строительства в нашей стране невелики. Это объясняется высокими финансовыми затратами, некомфортностью продолжительного пребывания человека под землей, а также связано сложными грунтовыми условиями некоторых территорий и влиянием строительства на соседние здания. Особенности современного оборудования и технологий строительства дают строителям и проектировщикам широкий диапазон доступных методов устройства подземных сооружений. Несмотря на это, максимальная высота подземного сооружения в среднем составляет не более тридцати метров [3]. Конструктивные решения постройки подземных и заглубленных сооружений, а также способы их устройства обуславливаются планировочными решениями, их назначением, глубиной заложения, инженерно-геологическими, климатическими и сейсмическими условиями строительства, нагрузкой на поверхности, наличием близлежащих зданий и сооружений [4].

Выбор технологии строительства, соответствующей грунтовым и техническим условиям, является одним из самых значимых и непростых вопросов, которые необходимо решить на этапе проектирования объекта. Зачастую применение неправильно подобранной технологии разработки грунта ведет к необратимым последствиям, способным повлечь за собой аварийные ситуации.

Объект исследования – методы подземного строительства зданий и сооружений.

Методы исследования: описательный, сравнительно-сопоставительный, статистический.

Строительство подземных конструкций в зависимости от гидрогеологических условий и глубины заложения осуществляется различными методами, к основным можно отнести открытый, полужакрытый и закрытый способы. Суть первого из них заключается в разработке котлована на проектную глубину с последующим возведением здания (рис. 1). Работы при открытом методе устройства котлована осуществляются в следующем порядке: установка ограждения с последующей выемкой грунта и устройством подпорных стенок котлована с дальнейшим возведением конструкции здания [5].

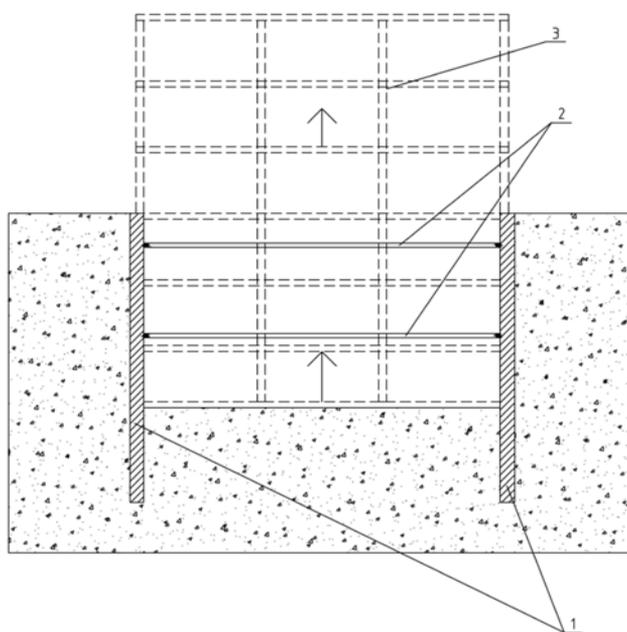


Рис. 1. Открытый метод устройства котлована:
1) ограждение котлована, 2) распорки,
3) возводимая конструкция

К открытому способу строительства под землей относятся: ограждение котлованов из металлических труб и шпунтов и технология «стена в грунте». В качестве удержания вертикальных стен котлована используют различные виды креплений. При распорном методе на этапе крепления ограждения устанавливается горизонтальное сооружение в один или несколько уровней, принимающее горизонтальные нагрузки от ограждения. Данный вид распорных конструкций используют в качестве временных – на период строительства с дальнейшим демонтажем [6].

К недостаткам распорного метода можно отнести создание помех строительной технике при разработке грунта, а также ограниченную ширину котлована, для удержания массивных стен которого используют подкосное крепление. Подкосы устанавливают в один или несколько рядов. Одним из главных недостатков разработки грунта с использованием подкосного крепления являются трудовые затраты.

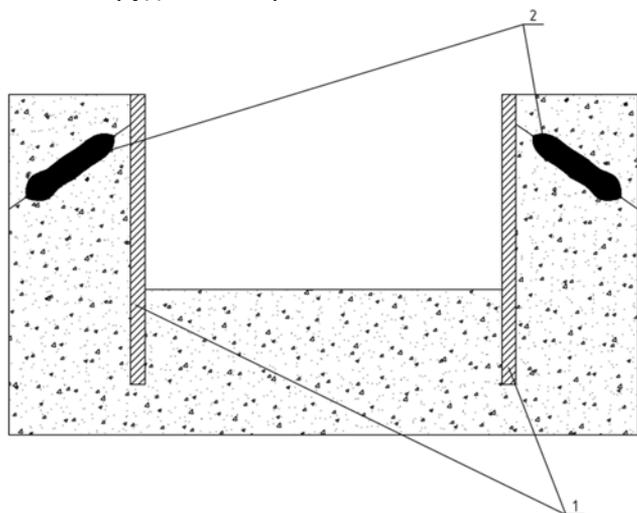


Рис. 2. Анкерное крепление ограждения котлована:
1) ограждение котлована, 2) анкера

Анкерное крепление грунта является одним из самых рациональных решений, так как всю нагрузку от ограждающих конструкций анкер принимает, распределяет и передает на грунт (рис. 2). При этом ограничений по ширине котлована в ходе разработки грунта нет. К недостаткам анкерного крепления можно отнести сложность выполнения инженерных изысканий за грани-

цами строительной площадки. Кроме того, инженерные коммуникации и фундаменты уже имеющихся сооружений препятствуют качественному выполнению работ при устройстве анкеров.

В неглубоких котлованах, а также в случае невозможности использования вышеперечисленных методов применяют технологию консольной заделки. Горизонтальную нагрузку в таком случае принимают на себя стены котлована и дополнительные сваи [7].

К числу передовых методов возведения подземных сооружений относится технология «top-down». Суть ее заключается в поперечной выемке грунта и строительстве объекта сверху вниз, при этом грунт вынимается из-под заливаемых перекрытий, что значительно экономит пространство, но требует пристального внимания к качеству используемых материалов и конструкций в связи с возможным контактом с грунтовыми водами. В перекрытии каждого этажа оставляют технологическое отверстие, через которое и происходит выемка грунта на поверхность. Перекрытие в данном методе играет роль распорных конструкций.

Выделим следующие этапы технологии «top-down»:

- возведение «стены в грунте»;
- выработка грунта до проектной отметки;
- устройство фундамента здания на установленную глубину;
- устройство опоры перекрытия подземного этажа;
- дальнейшая одновременная разработка подземных этажей и строительство надземной части конструкции: установка ограждения котлована и опор для поддержания перекрытия; разработка грунта, осуществляемая с поверхности земли до необходимого уровня; установка фундамента здания, демонтаж временных опор и возведение надземной части конструкции (рис. 3).

В случае необходимости возвести здание в кратчайшие сроки прибегают к методу «up-down», при котором разработка грунта осуществляется с одновременным возведением подземной и надземной частей здания (рис. 4).

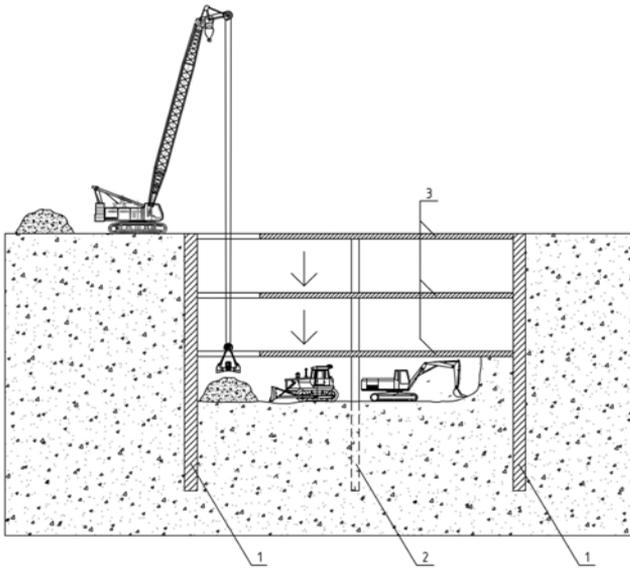


Рис. 3. Технология строительства «top-down»:
1) ограждение котлована, 2) временная опора,
3) перекрытия

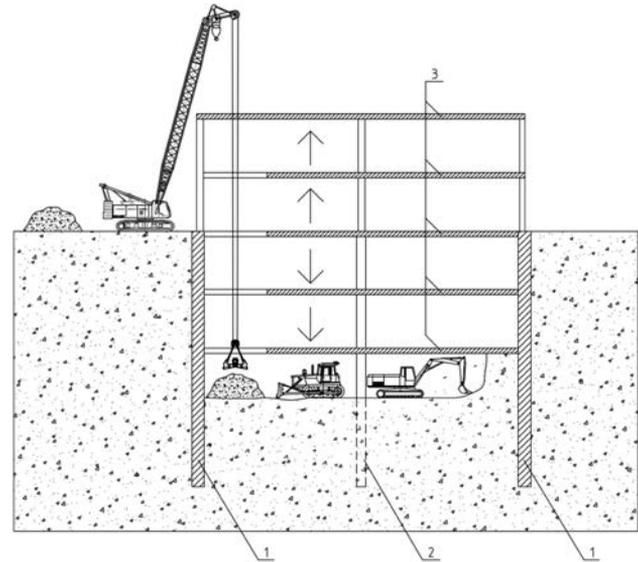


Рис. 4. Технология строительства «up-down»:
1) ограждение котлована, 2) временная опора,
3) перекрытия

В основном для ограждения котлована используют «стену в грунте», но в некоторых случаях возможно применение шпунтового ограждения. Разработка грунта и устройство перекрытий подразумевают следующие этапы: возведение перекрытия, разработка нижнего яруса грунта, после разработки грунта на подготовленное грунтовое основание снова возводится перекрытие с помощью инвентарной опалубки.

Остановимся подробно на строительных этапах технологии «top-down». По намеченному периметру котлована сооружается «стена в грунте». Далее осуществляется выемка грунта. В особых случаях происходит укрепление котлована методом секущих свай или шпунтовыми сваями. После чего возводится перекрытие, служащее распорной конструкцией и в то же время являющееся перекрытием подземного этажа. После набора прочности бетона через технологическое отверстие посредством малой механизации происходит процесс извлечения грунта из-под перекрытия первого этажа. При увеличении глубины котлована несущие конструкции укрепляют бетоном. На нулевой отметке второго подземного этажа происходит устройство следующего перекрытия.

Использование метода «top-down» позволяет минимизировать площадь строительной площадки, кроме того, перекрытие подземных этажей играет роль распорок, что позволяет избежать обрушения. Деформация ограждающих конструкций и влияние на соседние дома при таком методе строительства сведены к минимуму, благодаря чему возможно строительство крупных подземных объектов в исторических районах городов [8]. Однако ввиду высокой стоимости специализированной техники, необходимой при работе полузакрытым методом, технология «top-down» не столь широко распространена в России, как на Западе.

Комбинированный способ строительства «semi-top-down» представляет собой сочетание открытого и полузакрытого методов и используется при широких котлованах. При возведении объектов данным методом земляные работы осуществляются открытым способом. В отличие от технологий, описанных выше, надземный цикл работ в данном случае проводится не параллельно, а по завершении подземных строительных работ. По намеченному котловану идет строительство по технологии «top-down», но центральную часть сооружения разрабатывают

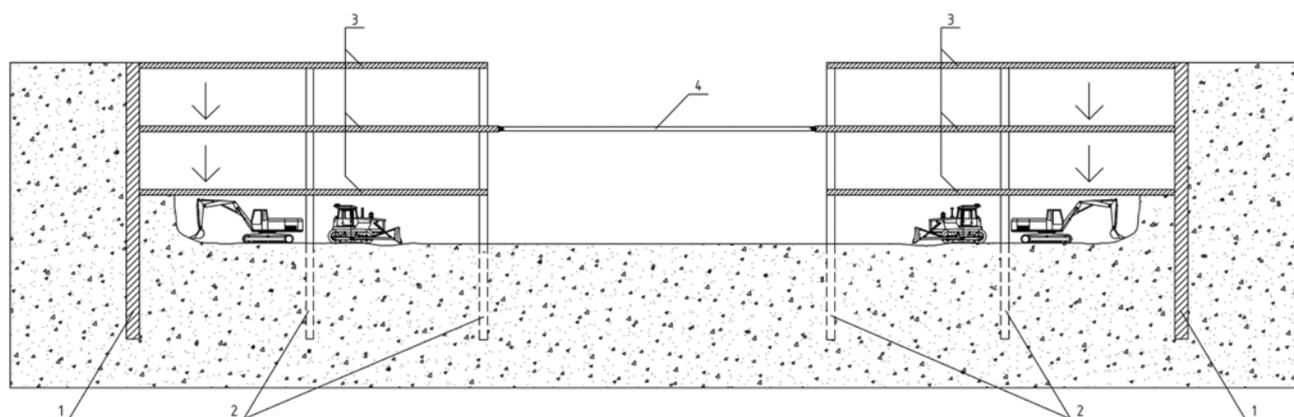


Рис. 5. Комбинированный способ строительства «semi-top-down»:
1) «стена в грунте», 2) временная опора, 3) перекрытия, 4) распорка

открытым способом снизу-вверх. Строительство ведется с опережающей разработкой грунта на ярус в центре открытым методом, а затем по периметру котлована – по технологии «top-down» с последующим устройством перекрытий. Распорные конструкции центральной части – необходимый элемент данной технологии. После завершения работ по технологии «top-down» возводится центральная часть здания, но уже традиционным методом (снизу-вверх) (рис. 5).

Комбинированный способ используется с целью уменьшения стоимости строительства, при этом сроки возведения здания, напротив, растут. При строительстве зданий данным методом увеличивается пространственная жесткость конструкций, уменьшаются деформации несущих конструкций, окружающего грунтового массива и фундаментов рядом стоящих зданий. Также нет необходимости специально увеличивать толщину перекрытий, как при использовании технологии «top-down». Полностью исключается использование трудоемкой и значительно более податливой временной металлической распорной крепи, которой обычно заполняют проемы в перекрытиях на месте рампы, лестничных клеток и сгруппированных лифтовых шахт. Возводимые сверху-вниз рампы позволяют доставлять по ним электрокарами и малогабаритными автопогрузчиками строительные и отделочные материалы на любой из подземных этажей [9].

В ряде случаев прибегают к закрытому способу строительства подземных сооружений, произ-

водимому без вскрытия земной коры, использования буровзрывных работ, проходческих щитов или комбайнов. Основная область его применения – строительство подземной транспортной инфраструктуры (метрополитенов, тоннелей и т. д.). Преимуществом буровзрывных работ является освоение всего объема сечения, однако не исключено и поэтапное освоение данного объема. Небольшие участки разрабатываются методом раскрытого сечения при установке крепи из древесины. Скальные грунты при устройстве тоннелей разрабатываются с помощью анкеров и набрызг-бетона или железобетонных арочных крепей в нестабильных грунтах или в грунтах с нарушенной структурой.

К методу щитовой проходки обращаются при создании тоннелей диаметром от двух до десяти метров. Первоначальный этап – монтаж щитов (установок в виде передвижных крепей) и обеспечение необходимым оборудованием. Существует несколько видов монтажа щитов. Они могут быть собраны на месте в котловане либо погружены уже в собранном виде через шахтный ствол. В некоторых случаях монтаж щитов производится в подземных камерах. Разрабатывается весь объем сечения, огораживаемый щитом. Отбойные молотки – основной инструмент работы. В роли отделки выступают сборные железобетонные конструкции, реже – прессованная домкратом бетонная смесь, образуемая при осевом движении щита. Еще один способ щитовой проходки – продавливание, основным инструмен-

том которого являются домкраты, с их помощью поочередно в грунт вдавливаются железобетонные крепи. После вдавливания каждой крепи происходит выемка из готового тоннеля.

Среднепрочные и крепкие грунты разрабатываются с помощью горных комбайнов – механизмов, передвигающихся вперед за счет домкратов по мере разработки забоя.

При ограниченных размерах в плане подземные сооружения взводятся способом опуск-

ных колодцев и кессонов. На проектную отметку опускают уже готовые колодцы и производят выемку грунта по периметру [10].

Результаты

На основании вышеизложенной информации составим сравнительную таблицу применимости данных способов подземного строительства, обозначив их основные преимущества и недостатки (табл. 1).

Таблица 1

Достоинства и недостатки основных методов подземного строительства

Метод подземного строительства	Достоинства	Недостатки
Открытый	<ul style="list-style-type: none"> • высокие показатели безопасности труда и качество производственных работ; • высокая производительность труда, низкая себестоимость строительства в сравнении с другими методами подземного строительства; • меньшие сроки возведения сооружения; • возможность увеличения в случае необходимости производственной мощности предприятия 	<ul style="list-style-type: none"> • необходимость задействования больших земельных площадей, которая может спровоцировать понижение уровня грунтовых вод на обширных площадях; • зависимость от климатических условий; • потребность в серьезных финансовых затратах на проведение мероприятий по уменьшению вредного влияния открытой разработки грунта на окружающую среду
Полузакрытый	<ul style="list-style-type: none"> • жесткие монолитные перекрытия позволяют минимизировать риск деформации несущего каркаса окружающей застройки; • сокращение сроков строительства благодаря технологии «up-down» 	<ul style="list-style-type: none"> • высокая трудоемкость работ; • необходимость использования специальной мобильной техники; • необходимость большого временного периода для набора прочности бетонного перекрытия; • тяжелые условия труда рабочих
Комбинированный	<ul style="list-style-type: none"> • возможность параллельно выполнять подземные и надземные работы, что значительно сокращает сроки строительства; • минимальное влияние построенных объектов на соседние постройки благодаря монтажу распорных перекрытий и других технических решений 	<ul style="list-style-type: none"> • наличие монолитных швов между сборными элементами; • наличие большого количества монолитных швов в несущем каркасе подземной части; • высокая стоимость строительства; • высокие трудозатраты
Закрытый	<ul style="list-style-type: none"> • возможность вести подземное строительство, не нарушая инфраструктуру города; • минимальное использование территории под строительную площадку 	<ul style="list-style-type: none"> • стесненные условия производства работ; • тяжелые условия труда рабочих

Выводы

На основании полученных результатов анализа можно сделать предварительный вывод о том, что полузакрытый метод освоения подзем-

ного пространства на территории Уральского федерального округа, позволяющий сократить сроки возведения объектов и свести к минимуму риск возможных деформаций соседних зда-

ний, является предпочтительным. Однако научных сведений данной статьи недостаточно для полного раскрытия темы, необходимо более глубокое изучение вопроса с использованием научных методов, проведением дополнительных расчетов и исследований.

На сегодняшний день подземное строительство гражданских и промышленных зданий набирает популярность во всем мире. При этом применимость его видов на территории России недостаточно изучена и требует детального научного внимания. Именно в острой необходимо-

сти изучения данной технологии строительства и заключается актуальность нашей работы и дальнейших исследований.

Для современных городов с высокой плотностью застройки и ежегодно увеличивающимися объемами строительства освоение подземных уровней с применением и совершенствованием известных методов строительства является естественным путем развития. Получая дополнительные площади для развития жизнедеятельности, они могут более эффективно использовать городское пространство.

Библиографический список

1. Булычев, Н. С. Основы методики научных исследований в подземном строительстве : лекции / Н. С. Булычев. – Тула : Изд-во ТПИ, 1986. – 57 с. – Текст : непосредственный.
2. Конюхов, Д. С. Использование подземного пространства : учеб. пособие для вузов / Д. С. Конюхов. – Москва : Архитектура-С, 2004. – 296 с. – Текст : непосредственный.
3. Ербахаев, В. О. Методы возведения подземных зданий и сооружений. Поярусный способ / В. О. Ербахаев. – Текст : непосредственный // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2014. – № 7. – С. 64–71.
4. Драновский, А. Н. Подземные сооружения в промышленном и гражданском строительстве / А. Н. Драновский, А. Б. Фадеев. – Казань, 1993. – 355 с. – Текст : непосредственный.
5. Петрухин, В. П. Ограждающие конструкции котлованов, методы строительства подземных и заглубленных сооружений / В. П. Петрухин, И. В. Колыбин, Д. Е. Разводовский. – Текст : непосредственный // Российская архитектурно-строительная энциклопедия. – 2008. – С. 212–219.
6. Руководство по комплексному освоению подземного пространства крупных городов / сост. : В. А. Ильичев, Г. Е. Голубев, А. В. Замараев [и др.]. – Москва : Москомархитектура, 2004. – 99 с. – Текст : непосредственный.
7. Тетиор, А. Н. Проектирование и строительство подземных зданий и сооружений / А. Н. Тетиор, В. Ф. Логинов. – Киев : Будивэльнык, 1990. – 167 с. – Текст : непосредственный.
8. Юркевич, П. Б. Возведение монолитных железобетонных перекрытий при полузакрытом способе строительства подземных сооружений / П. Б. Юркевич. – Текст : непосредственный // Подземное пространство мира. – 2002. – № 1. – С. 13–22.
9. Юркевич, П. Б. Совершенствование полузакрытого способа строительства подземных сооружений или «Hi-Tech» по-русски / П. Б. Юркевич. – Текст : непосредственный // Подземное пространство мира. – 2003. – № 5. – С. 11–27.
10. Горная энциклопедия : [сайт]. – URL : <http://www.mining-enc.ru>. – Текст : электронный (дата обращения: 10.02.2021).

References

1. Bulychev, N. S. (1986). *Osnovy metodiki nauchnykh issledovaniy v podzemnom stroitel'stve: Lektsii*. Tula, Izd-vo TPI Publ., 57 p. (In Russian).
2. Konyukhov, D. S. (2004). *Ispol'zovanie podzemnogo prostranstva*. Moscow, Arkhitektura-S Publ., 296 p. (In Russian).

-
3. Erbakhaev, V. (2014). Methods to construct underground buildings and structures. Tiered method. Proceedings of Irkutsk State Technical University, (7), pp. 64-71. (In Russian).
 4. Dranovskiy, A. N., & Fadeev, A. B. (1993). Podzemnye sooruzheniya v promyshlennom i grazhdanskom stroitel'stve. Kazan, Kazan University 355 p. (In Russian).
 5. Petrukhin, V. P., Kolybin, I. V., & Razvodovskiy, D. E. (2008). Ograzhdayushchie konstruktsii kotlovanov, metody stroitel'stva podzemnykh i zaglublennykh sooruzheniy Rossiyskaya Arkhitekturno-Stroitel'naya Entsiklopediya, pp. 212-219. (In Russian).
 6. Il'ichev, V. A., Golubev, G. E., Zamaraev, A. V., Skachko, A. N., Ignatova, O. I., Budanov, V. G., & Korotkova, O. N. (2004). Rukovodstvo po kompleksnomu osvoeniyu podzemnogo prostranstva krupnykh gorodov. Moscow, Moskomarkhitektura Publ., 99 p. (In Russian).
 7. Tetior, A. N., & Loginov, V. F. (1990). Proektirovanie i stroitel'stvo podzemnykh zdaniy i sooruzheniy. Kiev, Budivel'nyk Publ., 167 p. (In Russian).
 8. Yurkevich, P. B. (2002). Execution of in-situ reinforced concrete floor-slabs at top-down method of underground structures construction. Podzemnoe prostranstvo mira, (1), pp. 13-22. (In Russian).
 9. Yurkevich, P. B. (2003). Development top-down method of underground structures construction or HI-TECH in Russian. Podzemnoe prostranstvo mira, (5), pp. 11-27. (In Russian).
 10. Gornaya entsiklopediya. (In Russian). Available at: <http://www.mining-enc.ru> (date of the application 10.02.2021).

Сведения об авторе

Довольнов Илья Сергеевич, магистрант кафедры строительного производства, Тюменский индустриальный университет, e-mail: dovolnov8888@yandex.ru

Information about the author

Ilya S. Dovolnov, Master's Student at the Department of Construction Production, Industrial University of Tyumen, e-mail: dovolnov8888@yandex.ru

Для цитирования: Довольнов, И. С. Анализ применимости методов подземного строительства гражданских и промышленных зданий / И. С. Довольнов. – DOI: 10.31660/2782-232X-2021-2-50-57. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. – № 2. – С. 50–57.

For citation: Dovolnov, I. S. (2021). Analysis of the applicability of methods of underground construction of civil and industrial buildings. *Arkhitektura, stroitel'stvo, transport* [Architecture, construction, transport], (2), pp. 50-57. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2021-2-50-57.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ

В. Ю. Гулик

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

PROSPECTS FOR THE INTRODUCTION OF BIM-TECHNOLOGIES

Valeriya Yu. Gulik

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. Технология информационного моделирования (Building Information Modeling – BIM) произвела переворот в сфере строительства. В настоящее время уже невозможно представить отрасль без этого принципиально нового подхода к проектированию зданий и работе с документацией. Интеграция процессов проектирования, строительства, согласования и мониторинга посредством BIM – эффективный способ улучшить экономические, экологические и другие ключевые показатели деятельности строительных компаний, а значит, повысить их конкурентные преимущества. Тем не менее, пока рано говорить о повсеместном переходе организаций отрасли на BIM. В данной статье описаны преимущества технологий информационного моделирования и сложности их внедрения в рабочий процесс.

Ключевые слова: BIM-технологии, модернизация, оптимизация, эффективность

Abstract. Building Information Modeling (BIM) has revolutionized the construction industry. Currently, it is impossible to imagine the industry without this fundamentally new approach to building design and working with documentation. The integration of design, construction, approval and monitoring processes through BIM is an effective way to improve the economic, environmental and other key performance indicators of construction companies, and thus increase their competitive advantages. However, it is too early to talk about the widespread transition of industry organizations to BIM. This article describes the advantages of information modeling technologies and the complexity of their implementation in the workflow.

Key words: BIM-technologies, modernization, optimization, efficiency

Введение

Не так давно передача данных об объекте строительства осуществлялась посредством

плоских технических чертежей, в настоящее время в качестве носителя информации используется трехмерная визуализированная модель [1].

Однако не всем строительным организациям удается безболезненно уйти от привычного способа проектирования и строительства. Многие компании на пути к автоматизации процессов сталкиваются с рядом трудностей. Для небольших организаций главной проблемой становится стоимость программного обеспечения. Также препятствием являются сложность освоения новых технологий и необходимость кардинальной смены принципов работы [2].

Несмотря на очевидные преимущества новых технологий, строительные организации не всегда имели возможность быстро внедрить их в рабочий процесс. Так, использование CAD-систем, обладающих рядом преимуществ по сравнению с ручным созданием чертежей, значительно упрощало труд проектировщиков, однако не все компании изначально восприняли нововведение положительно, и процесс освоения программ затянулся. В настоящее время владение инструментами CAD находится на самом высоком уровне, но появление BIM-технологий, превосходящих CAD по ряду параметров, обязывает компании вновь перестраивать рабочие процессы. К изменениям в такой консервативной сфере, как строительство, подталкивает и длительная стагнация производительности труда. И хотя строительная отрасль встала на путь серьезных изменений, связанных с внедрением технологии информационного моделирования и обуславливающих перестройку основополагающих принципов деятельности, переход на более совершенные программные инструменты происходит замедленными темпами.

Объект исследования

BIM-технологии являются мощнейшим катализатором инноваций и самым результативным способом достижения эффективных показателей в сфере строительства. С их помощью можно свести воедино все потоки информации об объекте, создать доступную и простую систему управления им, добиться передового, креативного проектирования и более устойчивого процесса строительства [3, 4].

Информационное моделирование обеспечивает комплексное управление строительными

процессами, оптимизируя использование экономических, временных и человеческих ресурсов компании, создавая условия для безопасного, качественного и оперативного выполнения поставленных задач. BIM снижает количество ошибок и рисков, обеспечивает точность и повышает качество выпускаемой продукции. Кроме того, функциональность технологии позволяет в том числе поднимать и уровень качества жизни населения [5].

В программных комплексах BIM можно проектировать не только архитектурную модель здания, но и ее конструктивную часть, дополняя инженерным обеспечением [6].

Система способна к координации и дает возможность функционально взаимодействовать в различных программах, используя единый формат обмена данными.

Результаты/обсуждение

Цифровые информационные технологии расширяют наши представления о проектировании и его функциональных возможностях. Они выводят чертежи за грань двумерного пространства, давая возможность создавать трехмерные модели объектов (3D), включать процессы управления строительством с привязкой ко времени (4D), определять и рассчитывать стоимость работ (5D). Также BIM охватывает пространственные взаимодействия, географическое положение, количество и свойства строительных компонентов.

Информационная модель здания содержит в себе сведения обо всех элементах, составляющих трехмерную модель. Это могут быть как физические характеристики элемента (его длина, толщина и т. д.), так и решения, разработанные в соответствии с проектной документацией. Таким образом, информационная модель представляет собой точную виртуальную копию объекта, которая может изменяться, корректироваться и дополняться новыми деталями [1].

Преимущество таких моделей состоит в том, что они являются исходным материалом для получения дальнейшей информации о проекте и согласования инженерных решений в случае их

применения в качестве расчетной схемы в расчетных программных комплексах.

Все это позволяет говорить о BIM как об интегрированной, автоматизированной информационной системе [7].

Существует мнение, что BIM является синонимом автоматизации, однако данная технология не способна работать только лишь на основе искусственного интеллекта и требует участия человека. Специалистами осуществляется процесс сбора и внесения информации, анализа полученных данных, оценки правильности сведений, а уже их обработка и классификация производятся цифровыми способами. Технология позволяет автоматизировать некоторые виды работ, но не заменяет труд человека полностью. Некоторые противники внедрения технологии информационного моделирования опасаются, что машина вытеснит из процесса человека, однако она лишь упростит проведение повседневных монотонных операций. Цифровизация не обесценивает труд специалистов, а ускоряет его. Кроме того, опыт в проектировании только поспособствует усвоению принципа работы в новых условиях ведения процесса, и поможет в достижении новых высот [8].

Ускорению процесса внедрения информационного моделирования может способствовать поддержка BIM на государственном уровне – признание необходимости повсеместного использования технологии и регулирование ее применения, создание соответствующей нормативной базы стандартов и правовых актов. Продвижение информационного моделирования во многом зависит и от индивидуальной заинтересованности специалистов отрасли – готовности руководителей компаний к кардинальной перестройке рабочих процессов, вложению инвестиций в программное обеспечение, стимулированию BIM-специалистов и от настроек самих работников и их желания обучаться и расти профессионально [5].

Для повышения уровня компетентности сотрудников в отношении систем информационного моделирования рекомендуется обучать будущих работников еще на стадии получения образования. Необходимо научить студентов

«думать о BIM». Такой подход реализован в Чешской Республике, где студенты полностью погружаются в изучение системы информационного моделирования и получают комплексные знания о технологии [2].

Использование BIM полезно не только проектировщикам, но и другим участникам строительного процесса. Например, инвестору важно иметь информацию об общих затратах на строительство, графике проведения работ и поставок материалов, привлечении необходимых ресурсов, а инженеру-конструктору нужны данные для статического расчета объекта.

Виртуальная модель визуализирует проект еще до начала строительства и может быть использована на всех этапах жизненного цикла здания и сооружения, включая сопутствующие расчеты, связанные с инсоляцией, аэрацией, энергоэффективностью сооружений и статикой [1].

Воссоздав архитектурную конструктивную модель в программных комплексах, можно представить ее в виде аналитической модели, содержащей физические параметры (например, сведения о сечениях и материале). Аналитическую модель можно экспортировать в расчетные программные продукты. Например, возможна выгрузка спроектированной модели в программное обеспечение Revit, в расчетный модуль Lira (рис. 1).

Также информационную модель можно связать с географическими информационными системами (ГИС). Интеграция двух систем позволяет находить рациональные проектные, планировочные и эксплуатационные решения. Совместная комплексная работа служит основой для анализа проекта, инфраструктуры, окружающей местности и застройки, а также их взаимодействия [9].

Возможность имитации объекта, его свойств и окружающих условий помогает спрогнозировать модель поведения здания на различных этапах его жизненного цикла. Контроль за всеми влияющими на него факторами дает возможность составить реальную картину энергозатрат. В будущем это позволит проектировать энергоэффективные здания, учитывая их всевозможные параметры и прогнозируя риски [10].

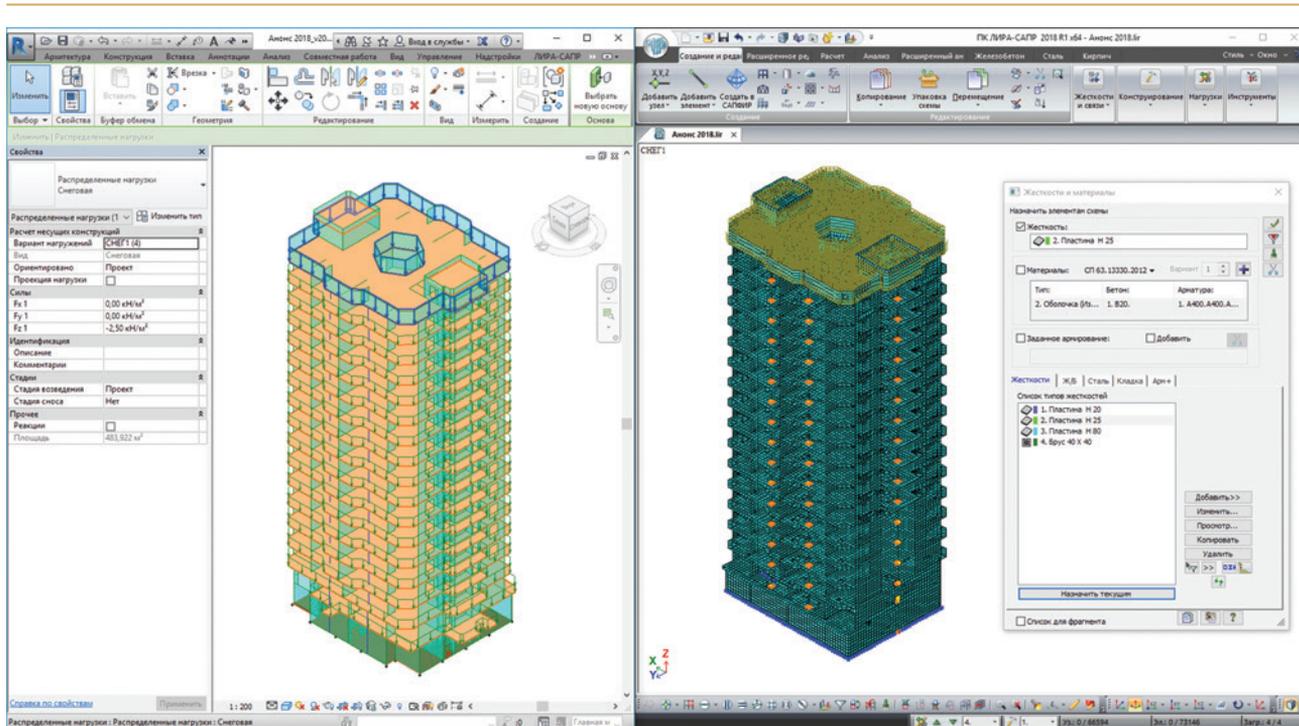


Рис. 1. Аналитическая модель, созданная в Revit и импортированная в Lira

Фото : <https://help.liraland.ru/829/3441/>

Материалы информационного моделирования проекта могут быть представлены в виде:

- чертежей плоских 2D и 3D-моделей;
- документации, чертежей и модели для дальнейшего использования в программах CAD;
- документации, чертежей и модели для дальнейшего использования в расчетных модулях или результатах расчета;
- спецификации, экспликации, ведомостей, таблиц;
- файлов для просмотра через браузер или приложение;
- файлов для заказа оборудования, материалов;
- материалов результата визуализации и рендеринга;
- видеоматериалов любого процесса, связанного с проектом;
- файлов и чертежей для изготовления элементов проекта;
- файлов, используемых в 3D-печати;
- файлов для изготовления деталей и конструкций на станках лазерной или механической резки;

- других видов материалов, необходимых на протяжении всего жизненного цикла объекта.

Многозадачность и значительный разброс модификаций вывода информации говорит о большой вариативности применения технологии в современном мире. Польза, эффективность и многовариантность использования данного метода, безусловно, обоснована и его признание на рынке будет только расти [6].

Выводы

Внедрение и развитие BIM-технологий – сложный, трудоемкий процесс. Однако, если успешно его преодолеть, то в дальнейшем можно избежать множества ошибок, сократить количество монотонных операций, повысить производительность и интегрировать строительный процесс.

Для эффективного применения информационного моделирования необходимо обучать специалистов и отказываться от консервативных условий, тормозящих развитие отрасли.

Библиографический список

1. Fridrich, J. The Process of modern civil engineering in higher education // J. Fridrich, K. Kubečka. – DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.05.134. – Text : electronic // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2014. – Vol. 141. – P. 763–767. – URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814035587> (date of the application 12.03.2021).
2. Sustainability-led design : feasibility of incorporating whole-life cycle energy assessment into BIM for refurbishment projects // R. E. Edwards, E. Lou, A. Bataw [et al.]. – DOI: 10.1016/j.jobe.2019.01.027. – Text : electronic // Journal of Building Engineering. – 2019. – Vol. 24. – URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710218305278> (date of the application 12.03.2021).
3. Zhang, L. Application study on building information model (BIM) standardization of chinese engineering breakdown structure (EBS) coding in life cycle management processes // L. Zhang, L. Dong. – DOI: 10.1155/2019/1581036. – Text : electronic // Advances in Civil Engineering. – 2019. – Vol. 2019. – URL : <https://www.hindawi.com/journals/ace/2019/1581036/> (date of the application 12.03.2021).
4. Jankowski, B. Functional assessment of BIM methodology based on implementation in design and construction company / B. Jankowski, J. Prokocki, M. Krzemiński. – DOI 10.1016/j.proeng.2015.07.100. – Text : electronic // Procedia Engineering. – 2015. – Vol. 111. – P. 351–355. – URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815013491> (date of the application 12.03.2021).
5. Петряев, С. С. Автоматизированные системы организации строительных работ (BIM – системы проектирования) : реферат / С. С. Петряев. – Текст : электронный. – URL : https://www.academia.edu/16355374/РЕФЕРАТ_BIM (дата обращения : 12.03.2021).
6. Bui, N. A review of building information modelling for construction in developing countries // N. Bui, Ch. Merschbrock, B. E. Munkvold. – DOI: 10.1016/j.proeng.2016.11.649. – Text : electronic // Procedia Engineering. – 2016. – Vol. 164. – P. 487–494. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187770581633990X> (date of the application 12.03.2021).
7. Takim, R. Building information modeling (BIM) : a new paradigm for quality of Life within architectural, engineering and construction (AEC) industry / R. Takim, M. Harris, A. H. Nawawi. – DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.07.175. – Text : electronic // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2013. – Vol. 101. – P. 23–32. – URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813020703> (date of the application 12.03.2021).
8. Баженов, А. А. Перспективы применения BIM-технологий в современной строительной отрасли / А. А. Баженов. – DOI: 10.23968/BIMAC.2019.006. – Текст : электронный // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры : материалы II Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 15-17 мая 2019 года. – С. 40–44. – URL : https://www.spbgasu.ru/uploads/files/nauchinnovaz/sbornik_trudov/bimconf_2019.pdf (дата обращения : 12.03.2021).
9. Интеграция BIM и ГИС технологий в целях обеспечения экологической безопасности строительства / С. Г. Абрамян, А. В. Котляревская, О. В. Оганесян [и др.]. – DOI: 10.23670/IRJ.2020.95.004. – Текст : непосредственный // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 5 (95). – Ч. 1. – С. 32–35.
10. Льянов Д. Р. Использование BIM-технологий для создания энергоэффективного будущего. – Текст : электронный // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». – 2019. – № 2. – URL : http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_109_lyanov.pdf_91fce9264b.pdf (дата обращения : 12.03.2021).

References

1. Fridrich, J., & Kubečka, K. (2014). The Process of modern civil engineering in higher education. Procedia – Social and Behavioral Sciences, (141), pp. 763-767. (In English). DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.05.134. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814035587> (date of the application 12.03.2021).

-
2. Edwards, R. E., Lou, E., Bataw, A., Kamaruzzaman, S. N., & Johnson, C. (2019). Sustainability-led design: feasibility of incorporating whole-life cycle energy assessment into BIM for refurbishment projects. *Journal of Building Engineering*, (24). (In English). DOI: 10.1016/j.jobe.2019.01.027. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710218305278>. (date of the application 12.03.2021).
 3. Zhang, L. Y., & Dong, L. J. (2019). Application study on building information model (BIM) standardization of chinese engineering breakdown structure (EBS) coding in life cycle management processes. *Advances in Civil Engineering*, (2019). (In English). DOI: 10.1155/2019/1581036. Available at: <https://www.hindawi.com/journals/ace/2019/1581036/> (date of the application 12.03.2021).
 4. Jankowski, B., Prokocki, J., & Krzemiński, M. (2015). Functional assessment of BIM methodology based on implementation in design and construction company. *Procedia Engineering*, (111), pp. 351-355. (In English). DOI: 10.1016/j.proeng.2015.07.100. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815013491> (date of the application 12.03.2021).
 5. Petryaev, S. S. (2015). Avtomatizirovannyye sistemy organizatsii stroitel'nykh rabot (BIM – sistemy proektirovaniya). (In Russian). Available at: https://www.academia.edu/16355374/PEФEPAT_BIM. (date of the application 12.03.2021).
 6. Bui, N., Merschbrock, Ch., & Munkvold, B. E. (2016). A review of building information modelling for construction in developing countries. *Procedia Engineering*, (164), pp. 487-494. (In English). DOI: 10.1016/j.proeng.2016.11.649. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187770581633990X> (date of the application 12.03.2021).
 7. Takim, R., Harris, M., & Nawawi, A. H. (2013). Building information modeling (BIM): a new paradigm for quality of Life within architectural, engineering and construction (AEC) industry. *Social and Behavioral Sciences*, (101), pp. 23-32. (In English). DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.07.175. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813020703>. (date of the application 12.03.2021).
 8. Bazhenov, A. A. (2019). Prospects for the use of BIM in the modern construction industry. BIM-modelirovanie v zadachakh stroitel'stva i arkhitektury: materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, May, 15-19. St. Petersburg, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering Publ., pp. 40-44. (In Russian). DOI: 10.23968/BIMAC.2019.006. Available at: https://www.spbgasu.ru/upload-files/nauchinnovaz/sbornik_trudov/bimconf_2019.pdf. (date of the application 12.03.2021).
 9. Abramyan, S. G., Kotlyarevskaya, A. V., Oganessian, O. V., Burlachenko, A. O., & Dikmedjyan A. A. (2020). Integration of BIM and GIS technologies in order to ensure environmental safety of construction. *International Research Journal*, 5–1 (95), pp. 32-35. (In Russian). DOI: 10.23670/IRJ.2020.95.004
 10. Lyanov, D. R. (2019). Using BIM technologies to create an energy efficient future. *Engineering Journal Of Don*, (2). (In Russian). Available at: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_109_lyanov.pdf_91fce9264b.pdf. (date of the application 12.03.2021).

Сведения об авторе

Гулик Валерия Юрьевна, магистрант кафедры
АО «Мостострой-11», Тюменский индустриаль-
ный университет, e-mail: valeria_surgut@mail.ru

Information about the author

Valeriya Yu. Gulik, Master's Student at the
Department JSC «Mostostroy-11», Industrial
University of Tyumen, e-mail: valeria_surgut@mail.ru

Для цитирования: Гулик, В. Ю. Перспективы внедрения BIM-технологий / В. Ю. Гулик. – DOI: 10.31660/2782-232X-2021-2-58-63. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. – № 2. – С. 58–63.

For citation: Gulik, V. Yu. (2021). Prospects for the introduction of BIM-technologies. *Arkhitektura, stroitel'stvo, transport* [Architecture, construction, transport], (2), pp. 58-63. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2021-2-58-63.

ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНАЯ АВАРИЙНОСТЬ В ТЮМЕНИ: ТРЕНДЫ XXI ВЕКА

А. И. Петров

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

ROAD TRAFFIC ACCIDENTS RATE IN TYUMEN: 21th CENTURY TRENDS

Artur I. Petrov

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. В статье рассматривается проблематика дорожно-транспортной аварийности в крупном российском городе – Тюмени – в конце XX – начале XXI века. Приведена статистика, характеризующая фактическую безопасность дорожного движения (БДД) в Тюмени в 1998–2020 годах. Представлены модели, подтверждающие на специфических данных города закон Р. Смиды о связи автомобилизации и оценочных характеристик БДД: социального риска (human risk – HR) и транспортного риска (transportation risk – TR). Установлено, что тренды формирования HR и TR во времени для транспортной системы Тюмени сегодня соответствуют этапу качественного перехода от третьей к четвертой парадигме БДД. Для лидирующих в сфере обеспечения безопасности населения стран сегодня характерна уже пятая парадигма БДД. Это система взглядов, основанная на представлениях о высочайшей ценности человеческой жизни и необходимости ограничения транспортной мобильности, перевода ее в другое качество. Тюмень, как яркий пример городов, реализующих на практике ценности третьей и четвертой парадигм БДД, пока во всех объективных проявлениях повторяет опыт городов других стран, прошедших этот этап еще 20–30 лет назад.

Abstract. The article deals with the problems of road traffic accidents rate in a large Russian city Tyumen in the late 20 – early 21st centuries. The statistics describes the actual road safety (RS) in Tyumen in 1998–2020. The article presents models based on specific data from Tyumen, that confirm R. Smid's law on the relationship between motorization and the estimated characteristics of RS – human risk (HR) and transportation risk (TR). The trends of HR and TR formation over time for the Tyumen transport system correspond to the stage of a qualitative transition from the third to the fourth RS paradigm. The leading countries are characterized by the fifth paradigm of RS in the field of ensuring the safety of the population today. This is a system of views based on the ideas of the highest value of human life and the need to limit transport mobility, transfer it to another quality. Tyumen with the values of the third and fourth paradigms of RS in practice, so far in all objective manifestations repeats the experience of cities in other countries that passed this stage 20–30 years ago.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения (БДД), дорожно-транспортная аварийность, дорожно-транспортное происшествие (ДТП), Тюмень, социальный риск, транспортный риск, тяжесть ДТП, модели трендов, факторы влияния, парадигмы БДД, организационно-управленческие мероприятия

Key words: road safety (RS), road traffic accident rate, road traffic accidents (RTA), Tyumen, human risk (HR), transport risk (TR), severity of road accidents, trend models, factors of influence, paradigms of RS, organizational and management measures

Введение

Дорожно-транспортная аварийность – проявление на физическом плане безопасности дорожного движения (БДД), одного из основных свойств автотранспортной системы. Среди других системных свойств именно безопасность участников дорожного движения сегодня является приоритетным. Пример Тюмени показывает, что ради поддержания БДД на приемлемом уровне субъекты управления автотранспортным комплексом города готовы идти на достаточно серьезные меры. В качестве таковых можно рассматривать гигантские инвестиции в дорожно-транспортное строительство, выбор тех режимов функционирования систем управления дорожным движением, которые серьезно влияют на снижение скорости транспортного потока и формирование весомых экономических и экологических потерь. Экономические потери являются следствием увеличения непроизводительных потерь времени жителей, обусловленных вынужденными простоями на объектах регулирования (перекрестках и перегонах улично-дорожной сети, оборудованных светофорными объектами). Экологический ущерб является прямым следствием увеличения выбросов транспортными средствами загрязняющих атмосферу веществ. Однако это не смущает организаторов транспортных процессов, ведь главная целевая функция, перекрывающая все другие аспекты функционирования городской транспортной системы, – повышение БДД посредством снижения дорожно-транспортной аварийности. В этой связи было бы интересным оценить успехи на данном пути, достигнутые в Тюмени в течение последних двух десятилетий.

Цель, объект и задачи исследования

Целью статистического исследования, результаты которого представлены в данной статье, является установление закономерностей изменения во времени (в период с 1998 по 2020 год) характеристик дорожно-транспортной аварийности в Тюмени и идентификация частных случаев (для Тюмени) моделей закона Р. Смита, связывающих удельные характеристики дорожно-транспортной аварийности с уровнем автомобилизации.

Объектом исследования является безопасность дорожного движения в Тюмени и динамика ее изменения в XXI веке (причем временной интервал оценки закономерностей был чуть расширен до диапазона 1998–2020 годов).

Суть статистического эксперимента и последующего анализа полученных данных, построение умозаключений и формулирование выводов можно описать следующим алгоритмом действий, соответствующим задачам исследования:

- Сбор статистических данных – характеристик текущего (для конкретного года периода) состояния БДД в Тюмени. В качестве таких характеристик были выбраны следующие показатели: *количество ДТП, количество раненых в ДТП, количество погибших в ДТП, количество пострадавших в ДТП.*
- Построение временных рядов изменения показателей: *количество ДТП, количество пострадавших в ДТП.*
- Сбор статистических данных – характеристик (прямых и косвенных) текущего (для конкретного года периода) состояния городской транспортной системы. В качестве таких характеристик были выбраны следу-

ющие показатели: численность населения города и численность парка ТС.

- Обработка вышеуказанных данных с целью идентификации трех важнейших характеристик дорожно-транспортной аварийности: коэффициента тяжести ДТП, социального риска (*human risk – HR*) и транспортного риска (*transportation risk – TR*).
- Идентификация регрессионной модели количество пострадавших в ДТП = f (количество ДТП). Идентификация данной модели желательна для понимания того факта, что одной из главных целевых функций работ по обеспечению БДД является простое снижение числа ДТП, что в итоге влияет на снижение числа пострадавших в них.
- Построение временных рядов изменения показателей: коэффициент тяжести ДТП, социальный риск, транспортный риск. Характеристики HR и TR были предложены

классиком автотранспортной науки Р. Смидом [3–6] как важнейшие идентификаторы уровня БДД. Коэффициент тяжести ДТП был предложен к использованию в качестве оценочной характеристики дорожно-транспортной аварийности чуть позже, но широко используется в настоящее время.

- Идентификация регрессионных моделей $HR = f$ (автомобилизация) и $TR = f$ (автомобилизация). Целью построения данных моделей было подтверждение или опровержение закона Р. Смида на данных, характеризующих систему обеспечения БДД Тюмени.

Данные и их анализ

Необходимые для анализа трендов показателей дорожно-транспортной аварийности в Тюмени данные были получены из официальных источников [1, 2].

Таблица 1

Статистика показателей дорожно-транспортной аварийности в Тюмени в 1998–2020 годах

Год	Показатели дорожно-транспортной аварийности				
	Количество ДТП, ед.	Количество раненых в ДТП, чел.	Количество погибших в ДТП, чел.	Количество пострадавших в ДТП, чел.	Коэффициент тяжести ДТП
1998	1038	1193	68	1261	5,39
1999	1017	1070	87	1157	7,52
2000	889	992	70	1062	6,59
2001	975	1108	86	1194	7,20
2002	993	1048	78	1126	6,93
2003	1722	2109	84	2193	3,83
2004	1594	1953	89	2042	4,36
2005	1668	2128	75	2203	3,40
2006	1728	2208	95	2303	4,13
2007	1745	2400	90	2490	3,61
2008	1526	2050	76	2126	3,57
2009	1408	1908	63	1971	3,20
2010	1397	1842	60	1902	3,15
2011	1477	1980	63	2043	3,08
2012	1744	2438	68	2506	2,71
2013	1622	2308	53	2361	2,24
2014	1864	2564	63	2627	2,40
2015	1482	1972	41	2013	2,04
2016	1410	1942	50	1992	2,51
2017	1640	2070	46	2116	2,17
2018	1652	2167	31	2198	1,41
2019	1683	2125	35	2160	1,62
2020	1356	1873	36	1909	1,89

Данные табл. 1 позволяют сделать сразу несколько выводов. Первое, что можно отметить, – почти двукратный рост в 2002–2003 годах числа ДТП и числа раненых в них. Это объясняется введением с 1 июля 2003 года системы обязательного страхования автогражданской ответственности (ОСАГО), которое способствовало «выведению из тени» значительного числа ДТП, ранее не реги-

стрировавшихся. Второе, что весьма важно, – относительная стабильность в течение последних 20 лет двух характеристик БДД – годового числа ДТП и годового числа раненых в ДТП. С 2003 по 2020 год эти показатели варьируют в достаточно узком диапазоне значений (рис. 1, 2). Очевидно, что анализ дорожно-транспортной аварийности на основе этих показателей непродуктивен.

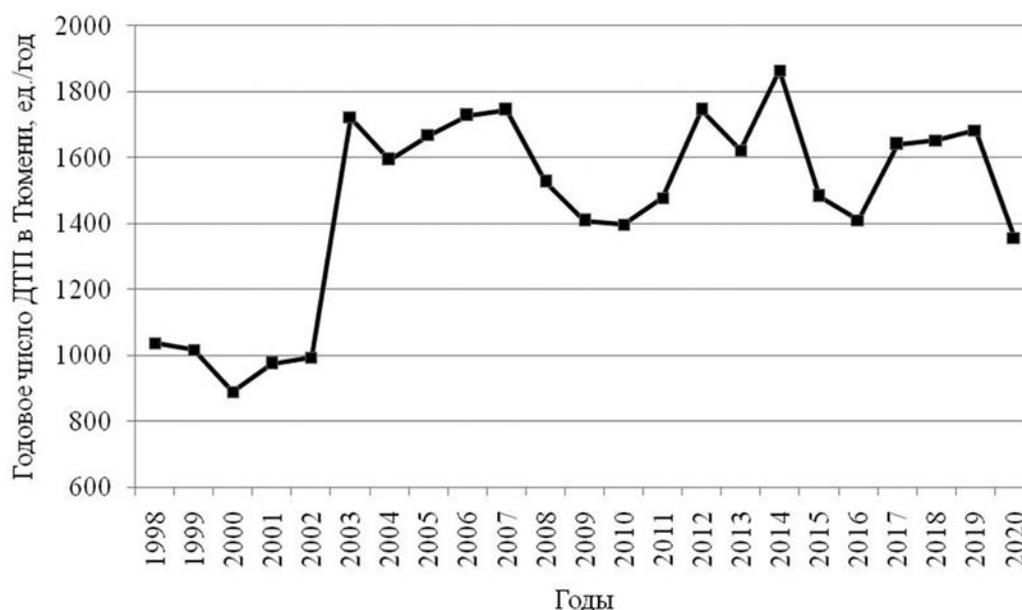


Рис. 1. Динамика изменения количества ДТП в Тюмени в течение 1998–2020 годов

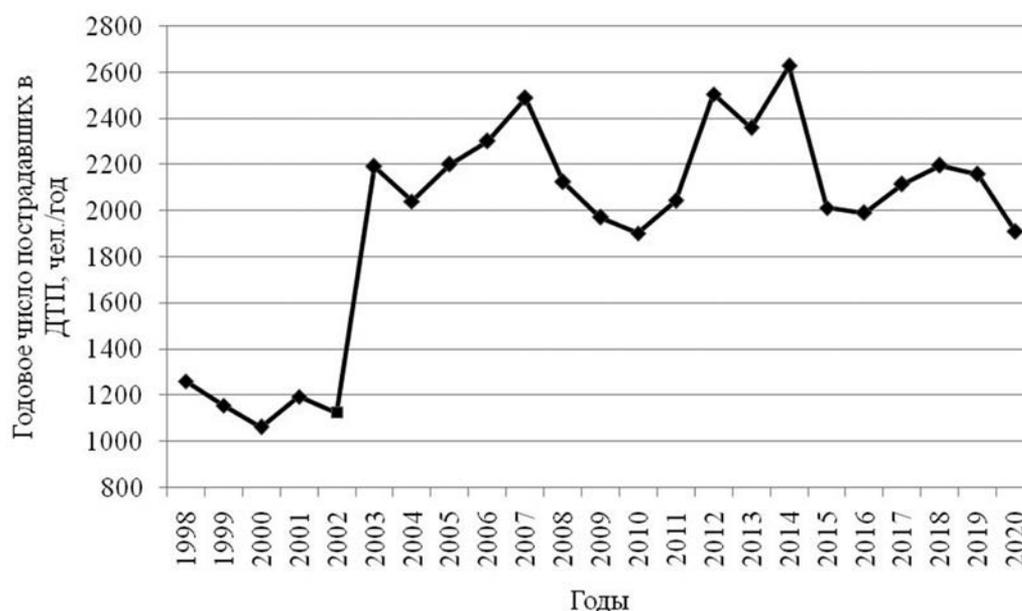


Рис. 2. Динамика изменения числа пострадавших в ДТП в Тюмени в течение 1998–2020 годов

Визуальный анализ показывает достаточно высокую степень идентичности трендов (1998–2020 годы) годового количества ДТП в Тюмени и числа пострадавших в них. Однако корректные выводы о трендах дорожно-транспортной аварийности на основе данных графиков сделать сложно. В то же время очевидно, что гра-

фики изменения во времени годового числа ДТП и годового числа раненых в ДТП весьма схожи, что позволяет предположить высокий уровень корреляции между ними. Этот вывод подтверждает регрессионная модель "годовое число пострадавших в ДТП = $f(\text{годовое количество ДТП})$ ", представленная на рис. 3 ($R^2 = 0,957$; $F = 466,9$).

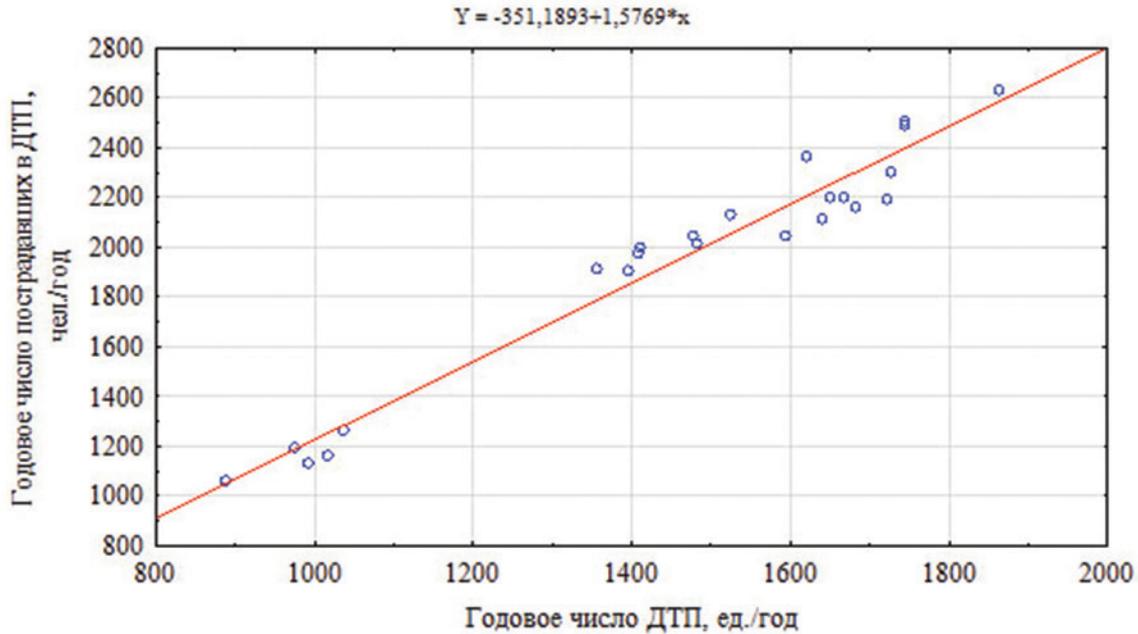


Рис. 3. Модель "годовое число пострадавших в ДТП = $f(\text{годовое количество ДТП})$ "

Вероятно, именно по причине малой сравнительной информативности абсолютных показателей БДД еще в 1949 году известный британский статистик Р. Смид [3–6] предложил использовать для оценки уровня фактической БДД два удельных показателя – HR и TR . Суть этих показателей в учете при расчете характеристик БДД, соответственно, численности населения и количества транспортных средств в парке.

В табл. 2 представлены данные о HR и TR в Тюмени за 1998–2020 годы. Расчетное значение коэффициента тяжести ДТП представлено в табл. 1. Динамика этих показателей во времени показана на рис. 4–6.

Тренды изменения в течение рассматриваемых лет трех важнейших характеристик дорожно-транспортной аварийности – *коэффициента тяжести ДТП, социального риска, транспортного*

риска – во многом схожи и показывают устойчивое снижение этих показателей во времени.

Анализируя данные тренды подробнее, легко прийти к выводу о двух временных отрезках, характерных для исследуемого периода. В течение первого отрезка времени – с 1998 по 2005 год – работы по обеспечению БДД проводились с учетом представлений, основанных на третьей парадигме БДД, т. е. на понимании БДД как продукте недостаточно качественной организации дорожного движения.

Начиная с 2006 года и далее можно отметить значительное качественное снижение в Тюмени численных значений всех трех характеристик – *коэффициента тяжести ДТП, социального риска, транспортного риска*. Очевидно, это свидетельствует о смене парадигмы БДД и переходе к четвертой ее версии.

Таблица 2

Расчетные значения социального и транспортного рисков в Тюмени в 1998–2020 годах

Год	Население Тюмени, чел.	Численность парка ТС, ед.	Показатели дорожно-транспортной аварийности		
			Количество погибших в ДТП, чел.	Социальный риск, пог. в ДТП / 100 тыс. жит.	Транспортный риск, пог. в ДТП / 100 тыс. ТС
1998	501400	117587	68	13,56	57,83
1999	502400	116124	87	17,32	74,92
2000	503400	126236	70	13,91	55,45
2001	501500	127065	86	17,15	67,68
2002	510709	134112	78	15,27	58,16
2003	520700	132065	84	16,13	63,61
2004	530000	144670	89	16,79	61,52
2005	538300	165911	75	13,93	45,20
2006	542500	176986	95	17,51	53,68
2007	549900	198050	90	16,37	45,44
2008	560000	239895	76	13,57	31,68
2009	570000	240112	63	11,05	26,24
2010	581907	252704	60	10,31	23,74
2011	595000	254694	63	10,59	24,74
2012	609650	275053	68	11,15	24,72
2013	613171	296014	53	8,64	17,90
2014	679861	308152	63	9,26	20,44
2015	697037	325014	41	6,97	12,61
2016	720575	340618	50	6,94	14,68
2017	744554	354802	46	6,18	12,96
2018	768358	379548	31	4,03	8,17
2019	788666	398412	35	4,44	8,78
2020	807271	392615	36	4,46	9,17

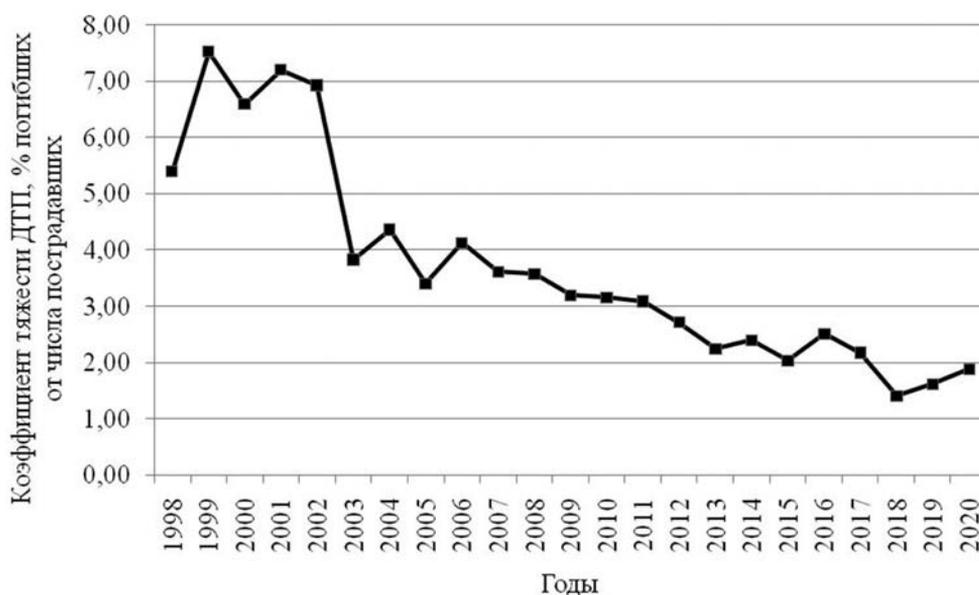


Рис. 4. Динамика изменения коэффициента тяжести ДТП в Тюмени в 1998–2020 годах

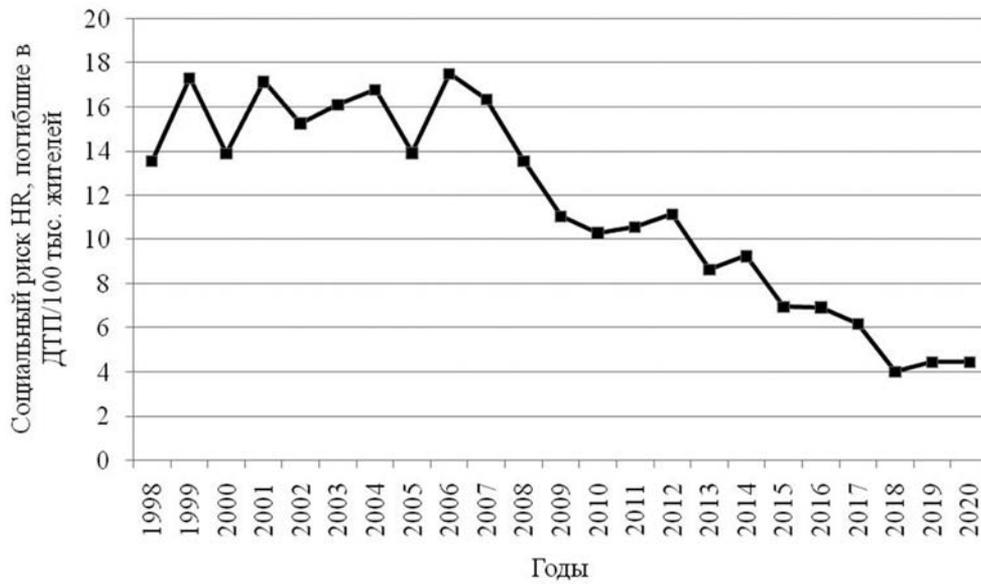


Рис. 5. Динамика изменения социального риска в Тюмени в 1998–2020 годах

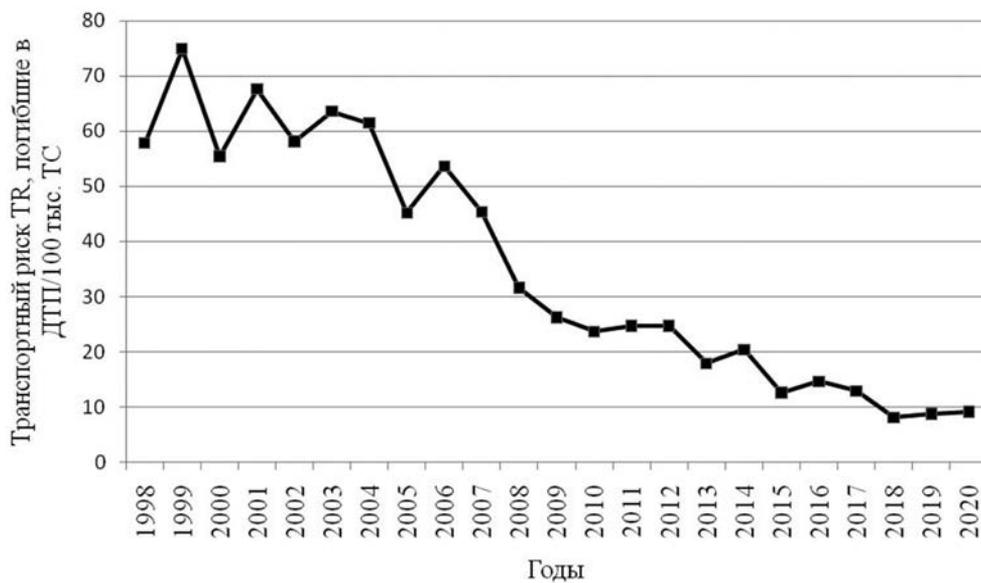


Рис. 6. Динамика изменения транспортного риска в Тюмени в 1998–2020 годах

Именно в это время резко увеличивается численность парка транспортных средств в Тюмени и численность населения города, причем автомобилизация (ТС/1000 чел.) растет опережающими темпами. Все это способствует резкому увеличению нагрузки на улично-дорожную сеть города (УДС), повышению интенсивности движения транспортных потоков и значительному снижению их скорости. Средства светофорного регули-

рования при этом не оказывают значимого влияния на регулирование скорости потока, скорее препятствуя этому процессу, чем помогая ему. Именно это становится определяющим фактором снижения показателей дорожно-транспортной аварийности, и именно это способствует постепенному переходу системы обеспечения БДД к идеологии четвертой парадигмы. В рамках данной идеологии значительно возрастает ценность

человеческой жизни, аварийность снижается. При повышении уровня БДД количество смертей на улицах и дорогах города снижается в разы, и по причине снижения вероятности этого события меняется отношение горожан к самому феномену смертности на дорогах. То, что еще вчера казалось вполне обыденным, сегодня становится неестественным, чем-то из ряда вон выходящим. А далее этот процесс развивается индукционно, раскручиваясь естественным образом.

Именно с 2006 года в стране начинает действовать Первая федеральная целевая программа по БДД (2006–2012 годы)¹, далее ее развивает Вторая ФЦП по БДД (2013–2020 годы)², а начиная с 2018 года в стране вступает в действие Стратегия по БДД на период до 2030 года³. Внимание государства к идеям народосбережения, разумеется, акцентуализировало эту тему на уровне и регионального и муниципального управления. Начиная со второй половины 2010-х годов в Тюмени значительно выросло внимание властных органов ко всем аспектам обеспечения БДД.

Достигнутые к 2020 году успехи в сфере обеспечения БДД в Тюмени не являются чем-то уникальным. Аналогичные тренды характерны сегодня для процессов динамики в сфере БДД и других городов Российской Федерации. Еще раньше, в конце XX столетия, подобная динамика была продемонстрирована в городах стран-лидеров в сфере обеспечения БДД.

Результаты идентификации регрессионных моделей $HR = f(\text{автомобилизация})$ и $TR = f(\text{автомобилизация})$ для Тюмени представлены на рис. 7 и 8.

Целью построения данных моделей было подтверждение закона Р. Смида на данных, характеризующих систему обеспечения БДД Тюмени в течение 1998–2020 годов.

Регрессионные модели на рис. 7 и 8 вполне соответствуют модифицированному закону Р. Смида [7, 8]. Таким образом, транспортная система Тюмени с позиций трендов формирования БДД не является уникальной и вполне подчиняется общемировым закономерностям, определенным Р. Смидом.

Судя по общему виду закономерностей $HR = f(\text{автомобилизация})$, $TR = f(\text{автомобилизация})$, общие тренды формирования БДД для транспортной системы Тюмени сегодня соответствуют переходу от третьей к четвертой парадигме БДД. Напомним, что третья парадигма БДД основана на лидирующей роли в обеспечении БДД целевых программ государственного и регионального статуса, а сутью четвертой парадигмы БДД является использование сетевых и ценовых методов управления транспортным поведением автомобилистов [7]. Важно указать и на то, что вышеуказанный переход от третьей к четвертой парадигме в большинстве лидирующих в сфере БДД стран мира произошел в середине 1980-х годов, а в российских городах – лишь в течение последних 10 лет.

Таким образом, временной лаг между Тюменью и, например, Лондоном в осознании управленцами необходимости использования типичных мер обеспечения БДД, соответствующих четвертой парадигме БДД, составляет не менее 20 лет.

¹О федеральной целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в 2006–2012 гг. : Постановление Правительства РФ от 20.02.2006 г. № 100. – Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. – URL : <https://docs.cntd.ru/document/901969526> (дата обращения: 03.04.2021). – Текст : электронный.

²О федеральной целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 гг. : Постановление Правительства РФ от 03.10.2013 г. № 864. – Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. – URL : <https://docs.cntd.ru/document/499048500> (дата обращения: 03.04.2021). – Текст : электронный.

³Об утверждении Стратегии безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018–2024 годы : Распоряжение Правительства РФ от 08.01.2018 № 1-р. – КонсультантПлюс : [сайт]. – URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_288413/ (дата обращения: 03.04.2021). – Текст : электронный.

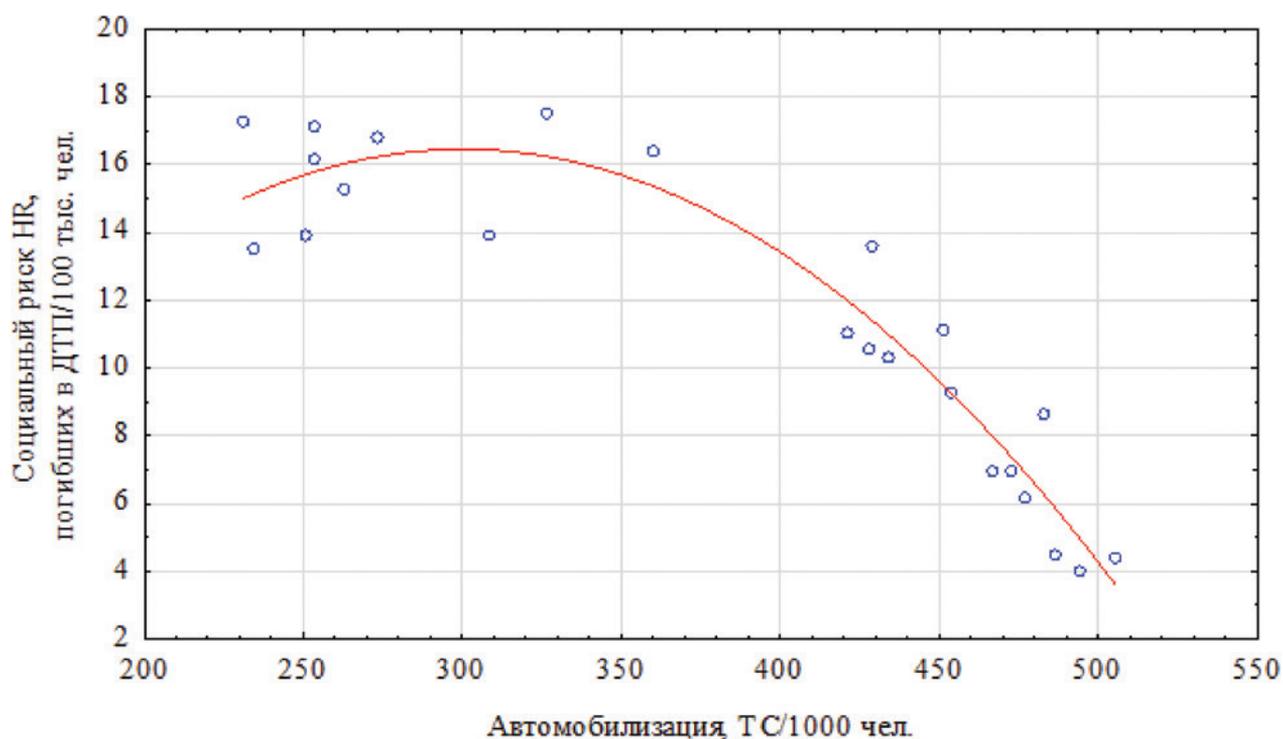


Рис. 7. Регрессионная модель $HR = f(\text{автомобилизация})$ для Тюмени (1998–2020 годы)

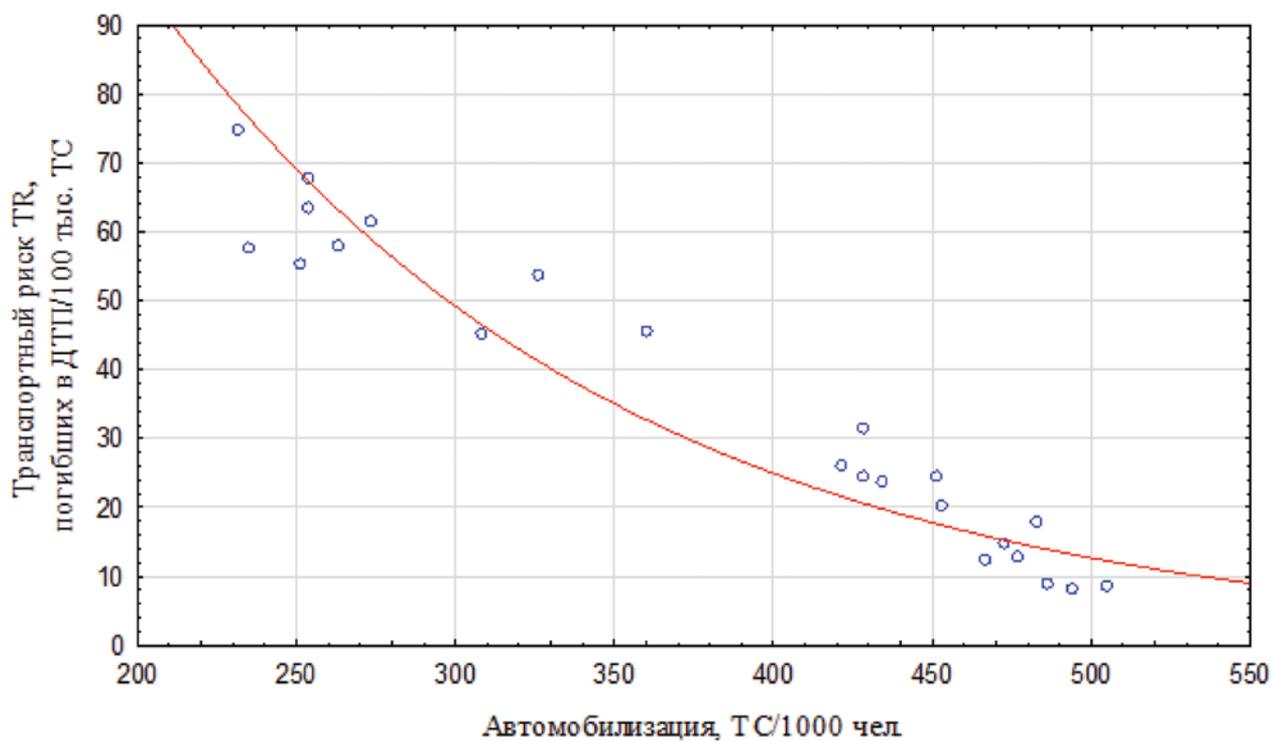


Рис. 8. Регрессионная модель $TR = f(\text{автомобилизация})$ для Тюмени (1998–2020 годы)

Выводы

Рассуждая о путях дальнейшей работы по снижению дорожно-транспортной аварийности в Тюмени и стратегии обеспечения БДД в ближайшие 20 лет (на период до 2040 года), необходимо отметить следующие основные моменты.

1. Тюмень, как любой другой российский город, проходит в эволюции развития систем обеспечения БДД ровно те же этапы, что и любой другой город мира.
2. Достаточно интенсивное снижение показателей дорожно-транспортной аварийности – *социального и транспортного рисков, коэффициента тяжести ДТП* – не является чем-то уникальным и вполне соответствует общемировым трендам.
3. Анализ графиков на рис. 3 (для коэффициента тяжести ДТП), рис. 5 (для социального риска), рис. 6 (для транспортного риска) показывает, что лишь с 2006 года – года начала работы Первой федеральной целевой программы по БДД – начался устойчивый этап снижения показателей дорожно-транспортной аварийности. К настоящему моменту этот процесс набрал определенную скорость и, очевидно, становится устойчивым.
4. Годовое число пострадавших в ДТП является производной от годового числа ДТП, во всяком случае, модели статистической связи между ними показывают очень высокую корреляцию ($R^2 = 0,957$). Это свидетельствует о том, что для снижения показателей дорожно-транспортной аварийности необходимо способствовать простому снижению числа ДТП.
5. Тюменская статистика за 1998–2020 годы подтверждает действенность использования для прогноза HR и TR в будущих периодах модифицированного закона Р. Смида [8]. Очевидно, что при росте автомобилизации показатели дорожно-транспортной аварийности будут продолжать снижаться. Однако мировой опыт говорит о том, что рано или поздно четвертая парадигма БДД (в этап действия которой Тюмень только-только входит) сменяется пятой парадигмой БДД, суть которой в отказе от индивидуальной автомобилизации и переходе к преимущественному пользованию либо системами общественного транспорта, либо активному использованию различных вариантов каршеринга. И то, и другое также качественно влияет на резкое снижение автомобилизации.
6. Сегодняшняя практика гигантских инвестиций в дорожно-транспортное строительство, как в России в целом, так и в Тюмени в частности, является атрибутом четвертой парадигмы БДД. Насколько это правильно? Опыт передовых стран в сфере обеспечения БДД показывает, что это путь если не тупиковый, то малорезультативный. В частности, во многих странах мира в рамках пятой парадигмы БДД уже перешли к этапу сворачивания крупных дорожно-строительных программ, обоснованно считая, что с экономической точки зрения это крайне неудачный подход к решению как транспортных проблем в целом, так и проблем обеспечения БДД.
7. Программа комплексного развития транспортной инфраструктуры Тюмени на период до 2040 года⁴ является примером управленческого решения транспортных проблем крупного города в рамках четвертой парадигмы БДД (устаревший с позиции мирового опыта подход), но не пятой, к которой сегодня склоняются все больше и больше стран мира и менеджмент крупных городов этих стран. Не хотелось бы очернять нашу российскую действительность, но, похоже, мы повторяем в сфере автодорожного комплекса

⁴Об утверждении программы комплексного развития транспортной инфраструктуры города Тюмени на период 2018–2040 гг. : Постановление Администрации г. Тюмени от 25.06.2018 г. № 331-пк. – Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. – URL : <https://docs.cntd.ru/document/550135337> (дата обращения: 06.04.2021). – Текст : электронный.

ошибки, уже совершенные в других странах. Пытаемся путем гигантских инвестиций в дорожно-транспортное строительство решить проблему высокой дорожно-транспортной аварийности. Однако, похоже, решение этой проблемы находится в другой плоскости – в сфере развития транспортной культуры, зависящей главным образом от качества и образа жизни населения [9].

Заключение

В завершение хотелось бы отметить, что при разработке организационно-управленческих мероприятий в сфере обеспечения БДД необходимо понимать, что существуют общемировые тренды, основанные на закономерностях, обнаруженных еще 70 лет назад Р. Смедом. Желание и попытки приписывать частные успехи последних лет в сфере обеспечения БДД в Тюмени, например, практике развития УДС (в частности – инвестированию значительных финансовых средств в дорожно-транспортное строительство), не являются объективно правильными. Дорожно-транспортная аварийность в Тюмени снижается не столько благодаря, сколько вопреки инвестициям в дорожное строительство. Пусть это кажется парадоксальным, но последние решения областных и муниципальных властей в сфере строительства инженерно сложных дорожно-

транспортных развязок в Тюмени (например, по ул. Дружбы – ул. Мельникайте) или перевод городских улиц в статус городских дорог (ул. Мельникайте) – тупиковый путь (во всяком случае, с позиции рассмотрения вопроса о БДД). Именно об этом говорит весь мировой опыт. Понимание общемировых закономерностей и осознание своего актуального местоположения в мировых трендах обеспечения БДД – единственно правильный путь оптимизации ресурсно-финансовых затрат на достижение целевой функции по снижению дорожно-транспортной аварийности. Последнее, что важно отметить, – пятая парадигма БДД, уже активно осваиваемая в мире, основана на трендах снижения общей транспортной активности горожан. Пусть это кажется парадоксальным, но изменение образа жизни, активное продвижение информационных технологий, удаленной работы и т. п. – новации последнего времени, которые неизбежно будут снижать спрос на использование индивидуального транспорта. Очень не хотелось бы, чтобы гигантские инвестиции в дорожно-транспортное строительство в Тюмени (что вполне соответствует идеологии третьей-четвертой парадигм БДД) оказались неэффективными уже через 5–10 лет просто потому, что наступит эпоха пятой парадигмы БДД, и все решения сегодняшнего дня устареют гораздо быстрее, чем это можно себе представить.

Библиографический список

1. Тюмень : прошлое и настоящее в цифрах (к 425-летию образования города) : статистический сборник / ред. Н. Ф. Менова; Федер. служба гос. стат, Тер. орган Федер. службы гос. стат. по Тюм. обл. – Тюмень : [б. и.], 2011. – 407 с. – Текст : непосредственный.
2. ГИБДД МВД РФ : [официальный сайт]. – URL : <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения : 09.04.2021). – Текст : электронный.
3. Smeed, R. J. Some Statistical Aspects of Road Safety Research / R. J. Smeed. – Direct text // Journal Royal Statistics. – 1949. – Vol. 112. – No. 1. – P. 1–34. Available at : <https://doi.org/10.2307/2984177>.
4. Smeed, R. J. The Traffic Problem in Towns: A Review of Possible Long Term Solutions / R. J. Smeed. – Direct text // Liverpool University Press. – 1964. – Vol. 35. – № 2. – P. 133–158.
5. Smeed, R. J. Variation in the pattern of accident rates in different countries and their causes / R. J. Smeed. – Direct text // Traffic Engineering and Control. – 1968. – № 10(7). – P. 364–371.
6. Smeed, R. J. Effects of changes in motorisation in various countries on the number of road fatalities / R. J. Smeed, G. O. Jeffcoate. – Direct text // Traffic Engineering and Control. – 1970. – № 12(3). – P. 150–151.

-
7. Блинкин, М. Я. Безопасность дорожного движения: история вопроса, международный опыт, базовые институции / М. Я. Блинкин, Е. М. Решетова. – Москва : Изд. дом ВШЭ, 2013. – 240 с. – Текст : непосредственный.
 8. Колесов, В. И. Модификация закона Смиды / В. И. Колесов. – Текст : непосредственный // Авто-транспортное предприятие. – 2012. – № 6. – С. 54–55.
 9. Колесов, В. И. Анализ транспортной культуры населения / В. И. Колесов, А. И. Петров. – Текст : непосредственный // Транспорт : наука, техника, управление. – 2015. – № 6. – С. 20–22.

References

1. Menova, N. F. (Eds.). (2011). Tyumen': proshloe i nastoyashchee v tsifrakh (k 425-letiyu obrazovaniya goroda): statisticheskiy sbornik. Tyumen, 407 p. (In Russian).
2. GIBDD MVD RF. (In Russian). Available at: <http://stat.gibdd.ru/>. (date of the application 09.04.2021).
3. Smeed, R. J. (1949). Some Statistical Aspects of Road Safety Research. *Journal Royal Statistics*, 112(1), pp. 1–34. (In English). Available at : <https://doi.org/10.2307/2984177>
4. Smeed, R. J. (1964). The Traffic Problem in Towns: A Review of Possible Long Term Solutions. *Liverpool University Press*, 35(2), pp. 133–158. (In English).
5. Smeed, R. J. (1968). Variation in the pattern of accident rates in different countries and their causes. *Traffic Engineering and Control*, 10(7), pp. 364–371. (In English).
6. Smeed, R. J., & Jeffcoate, R. J. (1970). Effects of changes in motorisation in various countries on the number of road fatalities. *Traffic Engineering and Control*, 12(3), pp. 150–151. (In English).
7. Blinkin, M. Ya., & Reshetova, E. M. (2013). Bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya: istoriya voprosa, mezhdunarodnyy opyt, bazovye institutsii. Moscow, VShE Publ., 240 p. (In Russian).
8. Kolesov, V. I. (2012). Modifikatsiya zakona Smida. *Avtotransportnoe predpriyatie*, (6), pp. 54-55. (In Russian).
9. Kolesov, V. I., & Petrov, A. I. (2015). Analysis of the transport culture of the population. *Transport: Science, Equipment, Management. Scientific Information Collection*, (6), pp. 20-22. (In Russian).

Сведения об авторе

Петров Артур Игоревич, к. т. н., доцент кафедры эксплуатации автомобильного транспорта, Тюменский индустриальный университет, e-mail: ArtlgPetrov@yandex.ru

Information about the author

Artur I. Petrov, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Operation of Road Transport, Industrial University of Tyumen, e-mail: ArtlgPetrov@yandex.ru

Для цитирования: Петров, А. И. Дорожно-транспортная аварийность в Тюмени : тренды XXI века / А. И. Петров. – DOI: 10.31660/2782-232X-2021-2-64-75. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. – № 2. – С. 64–75.

For citation: Petrov, A. I. (2021). Road traffic accidents rate in Tyumen: 21th century trends. *Arkhitektura, stroitel'stvo, transport* [Architecture, construction, transport], (2), pp. 64-75. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2021-2-64-75.

IMPROVING THE ORGANIZATION OF FOOD TRANSPORTATION BY ROAD TO SHOPPING CENTRES IN CONAKRY (GUINEA) BY OPTIMIZING SUPPLY CHAINS

Mohamed Kuruma, Alexey V. Kulikov
Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ В ТОРГОВЫЕ ЦЕНТРЫ КОНАКРИ (ГВИНЕЯ) ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ ЦЕПОЧЕК ПОСТАВОК

М. Курума, А. В. Куликов
Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия

Abstract. Like other countries in Sub-Saharan Africa, Guinea has to deal with the organization of the transport of food in these different markets throughout the country while optimizing and the cost of transport and the duration of the journey. To transport goods in good condition to achieve these goals there are the following factors: analysis of transported food, statistics of regional markets, analysis of the company Africa logistics through the types of perishable and non-perishable food transported by this company without forgetting analysis of the trade flows of Guinea.

Key words: transport, food, Guinea, Conakry, company Africa logistics, Guinea transport system

Аннотация. Как и другие страны Африки, расположенные к югу от Сахары, Гвинея должна заниматься организацией поставок продуктов питания на различные рынки страны, оптимизируя при этом транспортные расходы и продолжительность перевозок. Для сохранения грузов в хорошем состоянии нужно учитывать следующие факторы: характеристику перевозимых продуктов питания, статистику региональных рынков, классификацию продуктов питания на группы скоропортящихся и нескоропортящихся, перевозимых компанией Africa logistics, – и не забывать при этом анализировать эффективные торговые потоки Гвинеи

Ключевые слова: транспорт, продукты питания, Гвинея, Конакри, компания Africa logistics, транспортная система Гвинеи

Introduction

Transport is one of the most important spheres of social production and is a branch of material production. All products of enterprises will be useful when they are delivered to the place of consumption. This is the great importance of transport. Cargo road transport plays an important role in solving the problems of full and timely satisfaction of the needs of the public economy and the population in transportation, in improving the efficiency and quality of the country's transport system. In the modern competitive struggle, an enterprise that effectively and continuously works to improve the transportation process has competitive advantages, which allows it to sell a larger volume of products, and by increasing the volume to increase its profit and strengthen its position in the market. Road transport in Guinea carries about 80 % of the total volume of goods transported by all modes of transport. There is no alternative to motor transport when transporting expensive goods over short and medium distances, in retail trade, in industry, in production logistics systems, in the transport support of small businesses and in the maintenance of agricultural complexes.

The lack of a modern transport network hindered the development of the country. In total, the total length of the railway tracks is 1 086 km (675 miles). The state single-track metre gauge railway from Conakry to Cancan 663 km (412 miles) was built in 1900 and 1914; it is in disrepair and can no longer withstand heavy rolling stock. In 1991, the railway was repaired with the help of France. A standard gauge railway track of about 112 km (70 miles) along this line between Conakry and Debele, near Kindia, connects the port. Has built and maintains a 144 km (89 miles) railway between the Fria mines and alumina works and the port of Conakry; Boke has built a 135 km (84 miles) railway that links the Sangaredi fields to the port of Kamsar. Of the 30 500 km (18 953 miles) of roads, about 5 033 km (3 128 miles) were filled in with tarmac in 2002. In 1995; there were 23 155 cars and 13 000 trucks. In June 2020, there were 1 620 580 cars and 780 000 trucks. According to the Vehicle Registration Service of the Republic of Guinea [1, 2].

Conakry has a natural deep-water harbour that handles foreign cargo (mainly bauxite and alumina and food). The modernization of the port is planned with the support of IDA, the African Development Bank and the Federal Republic of Germany (FRG). In 2001, there were 12 airports in Guinea, 5 of which had paved runways. Conakry-Gbessia Airport, serves international airliners. Gbessia, three small airfields in Labe, Cancan and Faranah, as well as a number of runways are served by the national carrier Air Guinea, which also operates flights to other cities in West Africa and in 1997 carried 36 000 passengers on domestic and international flights. The transport system of Guinea includes the interaction of road, sea, rail and air transport.

By investing in the Conakry Port container terminal, Bollore Transport Logistics is transforming an infrastructure of strategic importance to the country into a huge development asset for shipowners and leading players in the Guinean economy.

The creation of the port of Kagbelen a few kilometres from Conakry, with direct access to the road and rail networks, creates a new multimodal hub serving the corridors in Mali and Burkina Faso. Offering attractive storage space, the Bollore Transport Logistics platform offers modern, fast and long-term transport and logistics solutions that meet the dual need for productivity and economic development in Guinea [3, 4].

Object and methods

The concept the essence of transport logistics and its role in the overall system of the Bollore group enterprise

In a broader sense, the concept of logistics can be interpreted as a modern methodology and methodology for managing flows of all interrelated types that arise in the course of economic activity as a single entity.

Thus, logistics considers the entire cycle of economic activity as a whole: from the selection of appropriate production tasks, determining effective methods of solving them, managing the application of these methods to the organization and management of sales processes and sales of goods.

ТРАНСПОРТ/TRANSPORT

Although logistics considers the problem of managing economic activity in general, due to the different physical nature of the managed material and non-material flows, there are functional sections or areas of logistics management, for example:

- inventory logistics;
- transport logistics;
- procurement logistics;
- sales logistics;
- logistics of production processes;
- warehouse logistics;
- information logistics.

The main idea underlying the logistics approach to the organization and management of economic activities is integration. This is because the flows of materials, resources, finance, and information that exist independently at technically independent stages and stages of activity can be interconnected through a common management system, which can have a significant economic impact.

In general, logistics management answers the following questions:

- how to place orders for food products and plan a warehouse network;
- how to choose food products and equipment for its promotion;
- how to implement food planning;
- how to choose the structure and implementation of the internal food supply system and manage its functioning;

- how to perform dispatching and production control of food products;
- how to create an efficient food storage system;
- how to account for and manage food stocks.

One of the most important functional sections of the general logistics science, directly related to the organization and management of the movement of food flows, is transport logistics. In the process of interaction, objects are moved: raw materials and materials from suppliers to manufacturers, finished products from the manufacturer to intermediaries and from them to end users. Consequently, it is necessary to ensure the physical movement of such goods in Guinea along the optimal route with the lowest cost. This is exactly what transport logistics does.

There are many definitions of the concepts of "transport logistics" and "transport":

- transport logistics – moving the required quantity of goods to the desired point, the optimal route within a certain time and at the lowest cost;
- transportation – the movement of cargo by a vehicle using a specific technology in the supply chain.

The goal of transport logistics is to deliver the desired product of the required quality and quantity at the specified time and place with optimal costs (compliance with the 6 rules of logistics). The main tasks of transport logistics include [5–8]:

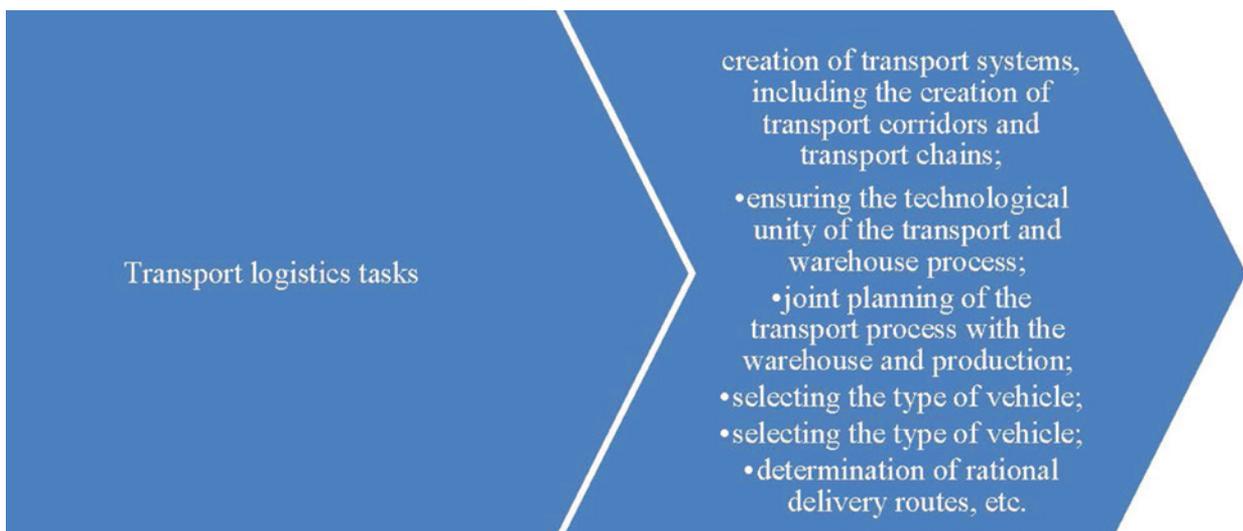


Fig. 1. Transport logistics tasks

- choice of the type of transport (automobile, railway, air, etc.);
- choice of the method of transportation (type of transportation);
- selection of the carrier and other logistics partners;
- determination of rational delivery routes;
- ensuring the technological unity of the transport and warehouse process;
- optimization of transport process parameters (increase of transport speed, reduction of fuel consumption, etc.).

Transport is a branch of material production that transports passengers and cargo. In the structure of public production, transport refers to the production of material services. Transport can be divided into two broad categories: public transport and non-public transport. The tasks of transport logistics are shown in fig. 1.

The following principles of transport logistics are distinguished: one of the first principles of transport logistics is its creation, analysis and improvement of food products based on the methodology of the general theory of cybernetic systems. The fact that the main thing in the transport process of food products is to take into account the needs of the market.

Results/discussion

In general, the availability of food in Guinea is determined by a combination of local production, as well as imports from regional and international markets. Despite the potential for agricultural production, domestic production is not sufficient to meet market demand. About 25 percent of the total demand for basic food is provided by imports, especially rice [4]. Rice is certainly a staple food in Guinea. Due to insufficient domestic production to meet demand, imports account for a significant proportion of the total amount of rice. Cassava is the second most important food item and the most important tuber consumed.

Food consumption based on the average consumption levels observed over the past five years, as established by FAO/CCBS, it is estimated that per capita annual consumption in 2018 will be 175 kg

of cereals, including 104 kg of milled rice, 34 kg of maize, 10 kg of wheat, and 27 kg of sorghum, millet and other cereals. Furthermore, since cassava is an important part of the national diet, it is assumed that 50 per cent of national cassava production (approximately 16 kg of cereal equivalent) is consumed per person per year. The remaining energy requirements and other necessary nutrients are assumed to come from the limited quantities of poultry, meat, sweet potatoes, vegetables, fruits, and other available commodities [3].

Forage use: the use of cereals to feed animals is very limited in the country. However, given the growing importance of the poultry sector in the country, some secondary cereals and roots are used in dietary supplements. Thus, it is estimated that 10 % of corn, 5 % of small grains and 25 % of cassava are used for animal feed.

Seed requirements they are calculated on the basis of the most commonly used seed quantities per hectare, i.e. 65 kg for rice, 30 kg for maize and 10 kg for small cereals, as well as the planned seeding areas, based on trends over the past five years.

Post-harvest waste and losses there is no specific information on losses at the national level. Thus, based on the standard post-harvest loss rates in the region or in developing countries in general, the following rates are used: 15 % for rice and maize, 10 % for small grains and 25 % for cassava (rates including losses from production, handling and storage).

Opening and closing stocks. Due to a lack of reliable data on stock levels, it is estimated that there will be no significant difference between stock levels at the beginning and end of the crop year. A very small replenishment of grain stocks is assumed, equivalent to the value of two weeks of indoor use.

Based on the above assumptions (table 1), total production for the upcoming marketing year is estimated at 3,038 million tonnes of cereals (including milled rice and cassava in cereal equivalent). Total use is estimated at 3,481 million tonnes, suggesting an import requirement of 444 000 tonnes of cereals, including 320 000 tonnes of rice and 123 000 tonnes of wheat. Grain import

Food balance for the marketing year 2018 (in thousands of tonnes)

	Rice (factory)	Corn	Sorghum, millet, other	Wheat	Cereal total	Cassava EqC	Total in equivalent cereal
Availability national	1 315	652	685	0	2 652	385	3 038
Production	1 315	652	685	0	2 652	385	3 038
Total use	1 635	652	684	123	3 095	386	3 481
Consumption food	1 283	420	333	123	2 195	193	2 353
Forage use							
Seed requirements	0	65	34	0	99	97	196
Waste and losses after harvest	66	3	2	0	70	0	704
Export transboundary usual	197	98	68	0	363	97	60
Stockpiling increase (+) / decrease (-)	50	50	200	0	300	0	300
Import requirements	30	17	74	0	103	0	103
Import commercial planned	320	0	0	123	444	0	444
Food needs no Cutlery	300	0	0	100	400	0	400
	20	0	0	23	44	0	44

requirements are expected to be higher than the 412 000 tonnes of grain imported in 2017.

Given the global health crisis the country's export earnings could be significant and jeopardize the country's ability to finance increased grain import needs. Given the expected slowdown in GDP growth of 2,1 % (from 4,5 % to 0,5 %, according to a World Bank study) a sharp decline in export earnings from commercial crops, commercial imports of rice (300 000 tonnes) and wheat (100 000 tonnes) are expected to remain at 2017 levels. However, they are expected to be below the 512 000 tonnes imported so far in 2020, a level higher than usual import levels, probably to cope with the anticipated impact of the ongoing health crisis.

Thus, the total production in 2018 would be more than 900 000 tonnes of pure rice, almost 1 100 000 tonnes of cassava, more than 500 000 tonnes of corn

and 200 000 tonnes of peeled peanuts, more than 72 000 tonnes of yam and 24 200 tonnes of potatoes. However, these figures seem to be overstated in view of the difficulties faced by consumers in providing adequate nutrition, and contradict the data on imports (30 % of consumption), which usually indicate that domestic production is not able to fully meet the needs of the country. The share of local rice production in the market is about 25-30 % of the available rice (estimated by the Ministry of Agriculture) [4].

Goods traded between the various countries of the sub region (the main trading centres of Guinea) are not tracked at land borders and are therefore difficult to quantify, despite the presence of customs authorities. Guinea, by its geographical location, is also a transit country and the site of many sub regional trade, for example (fig. 2):

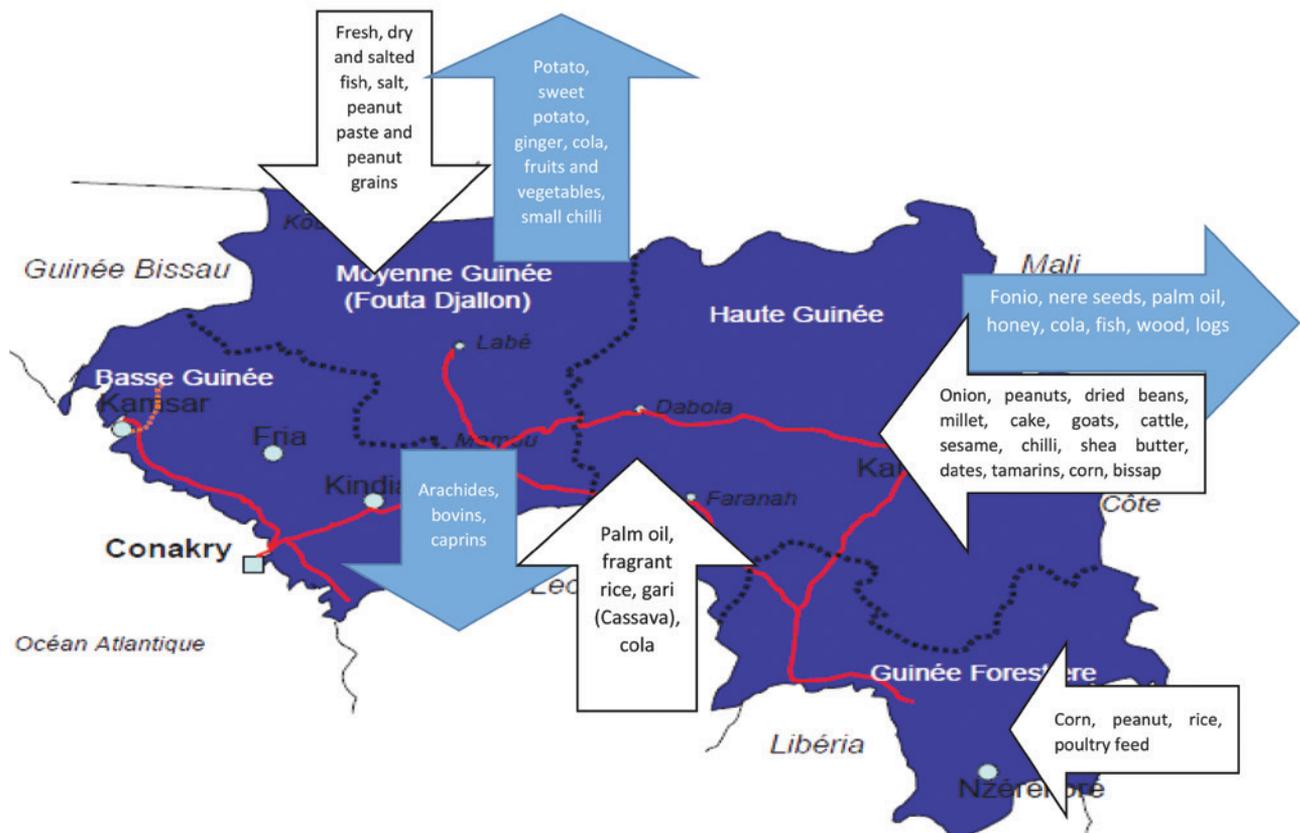


Fig. 2. Map of export flows in the sub region

- goods from Niger and Burkina Faso via Mali to Sierra Leone and Liberia;
- products from Sierra Leone, Liberia, Ivory Coast, Senegal, Gambia, Mali and Guinea-Bissau.

Table 2

Contribution of Forest Guinea to the national food product market

Speculation	Contribution to national production (%)
Rice	38
Cassava	10
Peanuts	7
Fonio	5
Corn	3,5

The volume of exports can be roughly estimated from various documentary sources, but this estimate is certainly not true, at least for some products.

The main region that provides more food is therefore Forest Guinea (table 2), which contributes 38 % to national rice production. These are mainly rain-fed crops (hillside rice), although the region has low-lying potential, but little developed. Forest Guinea is also the main palm oil production region (South of Macenta, N'zerekore, and Yomou) and is said to have a development potential that is still largely underexploited. It is, on the other hand, the most remote region from the main urban centres, in particular Conakry.

Table 3

Contribution of Maritime Guinea to the national food product market

Species	Contribution to national production (%)
Pineapple	97
Sweet banana	60
Peanut	37
Mango	35
Rice	27
Cassava	13
Fonio	9
Corn	7

Lower Guinea has market potential and therefore has significant agricultural potential (mangroves) (table 3). It contributes 27 % to national production. Mangrove rice production is the majority in Maritime Guinea. The main assets of this region are its proximity to Conakry and therefore an important area of consumption and its potential for agricultural development.

Upper Guinea has a 25 % contribution to national food production (table 4). The Faranah region is the most important production area in Upper Guinea. It would appear that locally produced rice is mainly destined for local markets and is relatively little subject to inter-regional trade. It is, on the other hand, the first yam production region (Kankan), which it supplies 75 % of the volumes marketed on the national market.

Upper Guinea is also an important breeding region. Its cattle represent 34 % of the national livestock, sheep 25 % and goats 17 %.

Average Guinea has 14 % of the national potential (table 5). Rice production is marginal in the natural region of Middle Guinea (10 % of national production) and is concentrated in the plains of the Prefectures of Gaoual and Koundara. The agricultural production of the region is rather oriented towards vegetable crops (onion, chili, tomatoes...) and on animal husbandry in the Piedmont. It is also the first potato production region.

Table 4

Contribution of Upper Guinea to the national food product market

Species	Contribution to national production (%)
Cotton	95
Yam	95
Cassava	43
Fonio	37
Peanut	35
Corn	30
Rice	25

Table 5

Contribution of Average Guinea to the national food product market

Species	Contribution to national production (%)
Potatoes	98
Onion	60
Corn	56
Rice	10
Fonio	50

Table 6

Food production systems in Guinea

Natural region	Region administrative	Agricultural food production systems on the market
Guinea Maritime	Boke Kindia	Crop systems based on mangrove rice, partly in managed areas, hillside crops in the hinterland, main crops are rice, peanuts, fruits and vegetables
Middle Guinea	Mamou Labé	Crops of corn, okra, taro and potatoes in the tapades, fonio, peanut and rice on the outdoor fields resting on the burn, area of predilection of cattle, sheep and goat, vegetable crops
Upper Guinea	Faranah Kankan	Rice crops on large floodplains and tubers, cattle breeding, cotton cultivation
Forest Guinea	N'Zerekore	Perennial crops such as coffee, palm, cocoa, rubber, lowland rice, tubers, pig breeding

As Guinea's ecosystems are highly contrasted, national food production is characterized by its geographical breakdown. Each natural region thus has its own food specificities (table 6, fig. 3).

In the Guinean food market, there is a tendency to develop and increase consumption (table 7). The market capacity is increasing. The food market in Guinea is characterized as one of the fastest growing among all food products. The market volume of food and sea delicacies is about 3 thousand tonnes per year, and it is far from saturation. The official volume of imported products is about 19 thousand tonnes or 114 billion GNF. The volume of exports of products is about 9 thousand tonnes or 66 billion GNF [2, 3].

The road to Conakry has a lot of traffic. From the capital of Guinea, 30-35-ton trucks arrive daily, with flour, rice, sugar, onions, palm oil, etc. rice, which is the first most consumed food item, which accounts for 50 %, is imported; to countries such as China, India; and Bangladesh, which refills from Guinea with imported rice. Despite the presence of local rice. Imported rice remains the most consumed by the Guinean population. Sugar also remains widely consumed, and the Guinean market is served by countries such as Mexico, Cuba, and Guatemala.

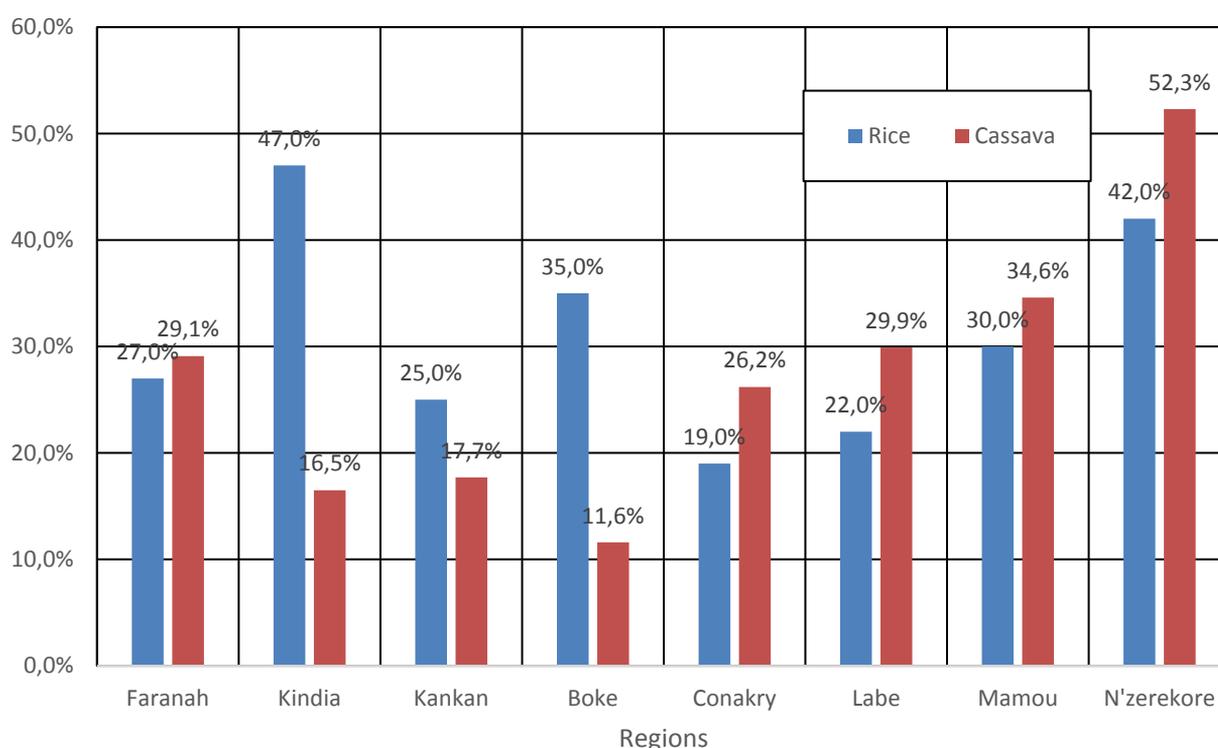


Fig. 3. Food consumption statistics by region administrative of Guinea, 2019

ТРАНСПОРТ/TRANSPORT

The palm oil consumed in Guinea comes from countries such as Nigeria and Indonesia. Guinea feeds onions to countries in the African sub-regions like Nigeria, Mali, Cameroon, Senegal, Niger, Chad, etc. and also to China. For flour, the Guinean market remains one that can be dominated by countries such as Russia, Argentina and Turkey. The price of flour imports will decrease since the establishment

of a flour mill in the Guinean capital. Imports of all these food products, except rice, have been declining for several years between 2015 and 2019 thanks to the government's policy of promoting local food products, such as "consume Guinea" (fig. 4, 5).

The main imported food products in Guinea Conakry 2015–2019 (thousands of tonnes) [1].

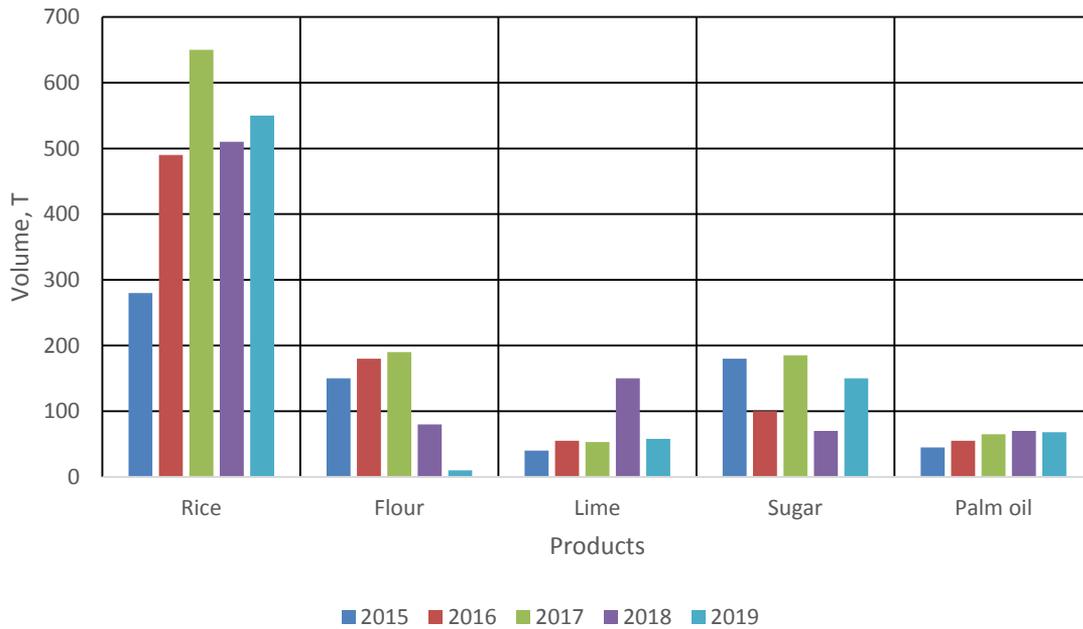


Fig. 4. Analysis of the supply of food imports to Guinea

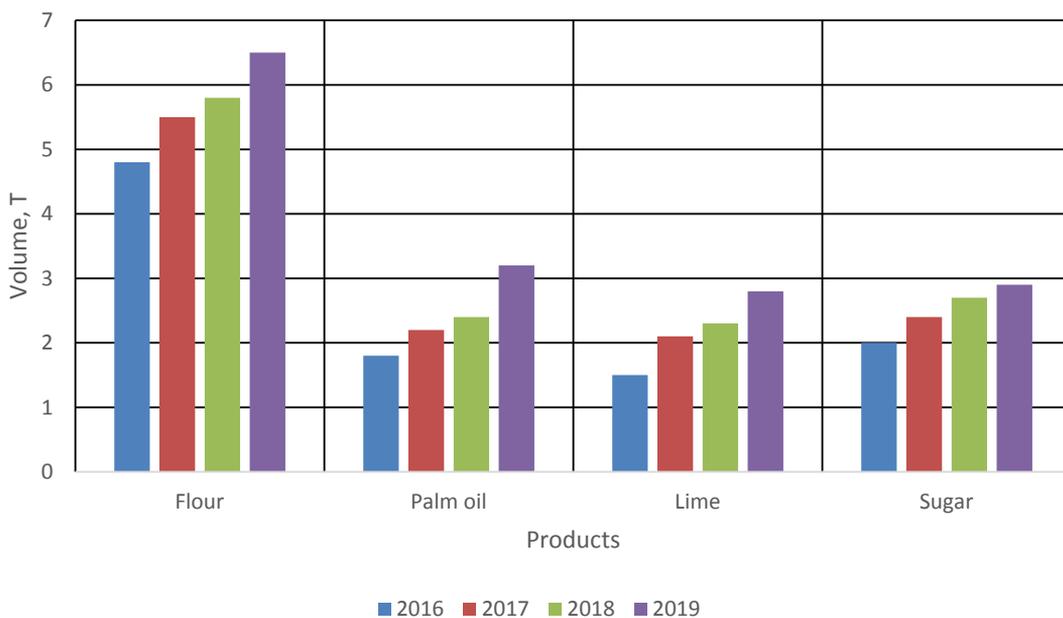


Fig. 5. Food export statistics in Guinea

Guinea Food Market Index 2019, %

Food products on the market	Production index level
Grain and grain products market	106,1
Milk and dairy products market	102,9
Potato and fruit and vegetable market	103,1
Vegetable Oil Market	106,7
Fish and Seafood Market	100,4
Market bananas, tangerines, avocados	106,0
Cassava, yam, peanut market	109,7
Rice, corn, fonio market	109,7
Market beans, mango, orange	102,7
Market cashews, coconuts, palm nuts, sweet potatoes, onions, tomatoes, etc.	104,4

The company Africa Logistics subsidiary in Kessler is engaged in the transportation of products to Guinea This Company can transport 5 types of production, such as: steamed, vegetables, chilled, square gift. The fleet includes vehicles with a load capacity from 1,5 tonnes to 20 tonnes. The cost of 1 hour, a car with a load capacity of 1,5 tonnes, inside Guinea outside the MKAD, the cost is not for hours, but for kilometres. Thus, 1 kilometre in Conakry. Diesel fuel – the cost of diesel fuel per mileage. 30 litres per 75 km 12 000 / 75 × 30 × 900 GNF per litre = 4 320 000 GNF.

Rubber 10 pcs. × 20 000 GNF = 200 000 GNF (this is the cost of tires for the specified mileage).

5,5 times × (300 GNF × 50 litres) = 82 500 GNF (the cost of changing the oil for the race).

Fuel filter = 13 times × 15 000 GNF = 195 000 GNF.

Oil filter = 5,5 times × 4 000 GNF = 22 000 GNF.

Repair funds-this includes repair and replacement of consumables. 4 000 GNF for 8 000 km/h.

120 000 : 4 000 × 8 000 = 240 000 GNF.

Depreciation of fixed assets. Deterioration of the semi-trailer.

1 : 30 months × 100 % = 0,03 % – monthly

Table 7

depreciation rate (30 months is the useful life of the vehicle).

(1 500 000 hitch price × 0,03 : 100) monthly deductions × 12 = 540 000 GNF. Within a year.

Total: 405 GNF per 1 km/h.

Employee fees (driver):

The salary is 5 GNF / km/h.

Payroll deductions 25 % = 3 / 100 × 25 = 0,75 GNF km/h.

Business travel 105 GNF per day × 253 working days = 26 565 GNF.

Total: 7,96 GNF per 1 km/h.

Analysis of the food market in recent years shows systemic processes of disruption. Changes occur in the change of ownership, the format of sales, the range itself. Starting in the 2010s, the industry experienced a marked expansion of the retail network, which then took a leading position in the market, effectively leaving behind small and medium-sized entrepreneurs. The structure of Food retail enterprises in 2020 is presented.

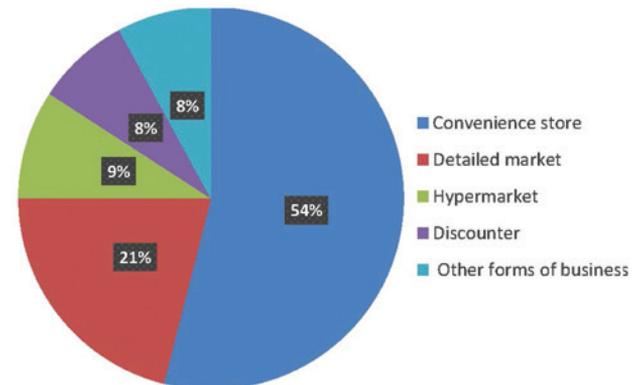


Fig. 6. Structure of food retailers in Guinea in 2020

A feature of the modern Guinean food market is the rapid growth of food home stores. As the figure shows on fig. 6, they already occupy the first place in the structure of the main market players.

The preferences of the population. Of these, a sufficient range of food products, and its relatively affordable price. Being by far the most preferred type of grocery store, home stores operate in economy supermarket mode, gradually moving to home store hard status. The second place in the ranking structure of the grocery store remains for hypermarkets, but since 2016, the share of this type

ТРАНСПОРТ/TRANSPORT

of stores in the market is constantly decreasing. For 2020, they remain no more than 23 %. The third place behind supermarkets, conveniently located within the city limits. For the year 2020, their share stopped at 15 %. Discos especially in the network format, gain confidence trade, approaching 10 %. One tenth of the market remains behind the street trade, small private shops.

Analysis of the retail market of food products in the Republic of Guinea indicates the presence in the industry of a number of factors: the negative dynamics of the prices of the national currency.

At the same time, Guinean food market statistics clearly show a positive dynamics of sales volumes in the segment of large chain stores. However, the analysis of the agricultural products market indicates a clear increase.

Economic indicators of food trade are systematically taken into account in consolidated macroeconomic reports. The market showed sustained growth in 2019. Trade in food, including beverages, and tobacco products has continued to grow each year since 2000. The industry is also growing in quarterly terms. In the first quarter, the retailer sold 2 571 billion GNF, in the third 7 299 billion GNF [3, 4].

Over a longer period, the retail food market experienced a slowdown in growth. While in 2012, the market increase was 15,5 % compared to last year, it increased by less than 7 % in 2019. At the same time, analysts give favourable forecasts: already in the fourth quarter should increase the growth rate to 8 %.

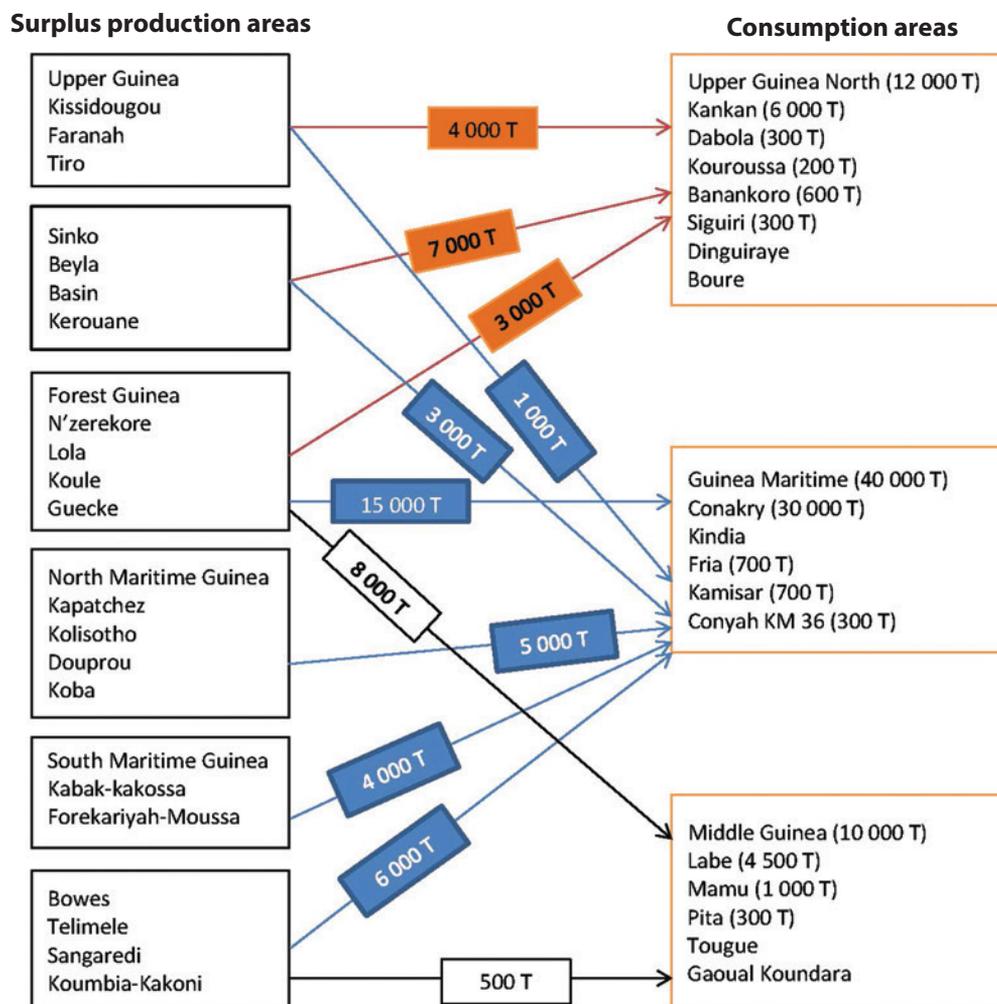


Fig. 7. Main areas of food suppliers and consumers in the Republic of Guinea (proposed food marketing scheme)

Customer demand expressed calculation and rationality when performing expenses. The cost of life means that the population, on the one hand, should reduce consumption. On the other hand, the market flow of parties interested in food quality.

Thus, maintaining the position in the market is achieved by meeting the preferences of the buyer, fighting for the best places to place outlets.

At present, the issue of product quality is acute. After the introduction of the COVID-19 health crisis, the Guinean market felt a shortage of food, which should have covered domestic producers. Temporary interruptions in the range are closed by increasing the supply volumes of partner bases or placing orders.

Features of fruit transportation by road

- Cargo characteristics. Fruit is a very capricious cargo. The slightest mistake in setting the temperature can lead to their damage. The same applies to mechanical damage and ordinary shaking on road bumps. It should be borne in mind that for each crop, even for different varieties of apples, there is its own optimal temperature and humidity.
- Vehicle requirements. Transportation of fruits is carried out in special insulated or refrigerated vans. Some customers, in order to save money, order ordinary trucks, for example, to transport boxes of tangerines in the New Year's season. However, in this case, the carrier is not responsible for the freshness of the cargo.
- Loading/unloading requirements. When loading, it is important to pay special attention to the packaging of fruits. As a rule, these are boxes laid with sawdust or paper. At the same time, the softer and more mature fruits should lie on top, and the denser ones should lie on the bottom. Install the boxes in the van is not tight, with gaps between the rows for the circulation of fresh air. By the way, it is worth considering that some fruits cannot be transported with other crops due to the high percentage of ethylene released. This element causes accelerated maturation and, as a result, putrefaction.

- Transportation requirements. Fruits are considered food products, so there are special requirements for their transportation. In particular, it is necessary to draw up a number of accompanying documents and comply with sanitary standards.
- Certain types of food products for which there are rules for the transport of perishable goods can be assigned to the regions of Guinea in accordance with the proposed food marketing scheme are shown in fig. 7.

Depending on the conditions of transportation that do not require specialized rolling stock, requiring compliance with special sanitary and temperature regimes, therefore, specialized rolling stock, taking into account the characteristics of the cargo of food goods

But in the classification of perishable goods, the signs of the origin of the goods and the associated classification by heat treatment should remain dominant. According to the rules for the transportation of perishable goods by road in international domestic traffic, perishable goods, depending on their origin, are divided into the following groups:

- plant products: fruits, vegetables, berries, mushrooms;
- products of animal origin: meat of various animals and birds, fish, caviar, milk, eggs;
- processed products: dairy products, incl. cheeses, various fats, sausages and other meat products, frozen fruits, etc.;
- live plants: cut flowers, potted flowers, seedlings of trees and shrubs, seedlings.

According to the method of heat treatment, perishable foodstuffs are divided into:

- fresh or cooled without changing their natural state;
- refrigerated (as a rule, at temperatures from -6°C to $+4^{\circ}\text{C}$, but sometimes up to $+13^{\circ}\text{C}$);
- frozen (temperature from -7°C to -18°C);
- frozen (temperature below -18°C).

When transporting perishable foodstuffs, the following conditions must be met:

- the floor of the cargo space must be cleaned,

the floor is not allowed;

- perishable goods made of briquettes must be of the correct rectangular shape without cellophane or ice;
- some types of products (liver, lungs, kidneys) should be separated from each other by wooden shields up to the height of the briquettes;
- it is forbidden to transport different types of products of animal origin in the same cargo space;
- delivery of products to destinations must be carried out within a strictly specified time;
- heated (with a higher temperature compared to the temperature of the outside air).

Conclusions

At present, the organization and improvement of food transport remains a thorny problem in Guinea, but for optimization of this transport passes the resolution to reduce the cost of transport while choosing optimal route for an efficient route and supply markets of Guinea has a record time.

The organization and improvement of food transport remains a thorny problem in Guinea, but for optimization of this transport passes the

resolution to reduce the cost of transport while choosing optimal route for an efficient route and supply markets of Guinea has a record time.

However, in the last decade, Guinea has seen a constant increase in the interest of structures in the theory and practice of logistics, which in the developed countries of the world has long been practical. This is due to the fact that logistics technologies can achieve significant competitive advantages [5]. They ensure the delivery of the right product in the right quantity and quality to the right place and time to a specific consumer at the optimal cost [6–11]. The implementation of such a seemingly simple rule allows for a 25–45 % reduction in all types of inventory of material resources, lower production costs, and accelerates the turnover of the working capital of the enterprise [9, 12].

In the struggle for competition in the international transport services market, Guinea has a good starting position and the advantages of a geographical location on the African continent. Thus, one of the key links in the development of the Guinean economy is the modernization of the transport system and the realization of a powerful potential.

References

1. Vehicle Registration Service of the Ministry of Transport of Guinea. (In French). Available at: <https://www.agenceecofin.com/transports>
2. National Statistical Institute of the Republic of Guinea. (In French). Available at: <https://www.stat-guinee.org>
3. Le Coz, F., & Broutin, C. (2009). Convergences et conflits d'intérêt entre les paysans et les consommateurs: l'exemple de la Guinée: Peut-on surmonter les conflits et renforcer les convergences? Rapport final. Paris, Gret, Pôle AAD Publ., 77 p. (In French). Available at: [rap-etude-guinee cfsi-gretok.pdf](http://rap-etude-guinee.cfsi-gretok.pdf) - <https://www.cfsi.asso.fr>
4. Cour, J.-M., & Snrech, S. (2010). Preparing for the Future a vision of West Africa in the year 2020. West Africa Long-Term Perspective Study. Paris, OECD Publ., 156 p. (In English). Available at: <https://www.oecd.org/swac/publications/38512525.pdf>
5. Velmozhin, A. V., Gudkov, V. A., Mirotin, L. B., & Kulikov, A. V. (2016). Gruzovye avtomobil'nye perevozki: uchebnik dlya vuzov. 3rd edition, revised. Moscow, Goryachaya liniya – Telekom Publ., 560 p. (In Russian).
6. Mirotin, L. B., & Nekrasov, A. G. (2003). Logistika integrirovannykh tsepochek postavok. Moscow, Ekzamen Publ., 254 p. (In Russian).
7. Nekrasov, A. G., Beliaev, V. M., Mirotin, L. B., Volkov, V. D., & Spirin, I. V. (2017). Logistics engineering for road transport. Vestnik Moskovskogo avtomobilno-dorozhnogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta (MADI), 1(48), pp. 3–12. (In Russian).

-
8. Nikolin, V. I., Vitvitskiy, E. E., & Mochalin, S. M. (2004). Gruzovye avtomobil'nye perevozki. Omsk, Variant-Sibir' Publ., 480 p. (In Russian).
 9. Vitvitskiy, E. E. & Yur'eva, N. I. (2012). Praktika operativnogo planirovaniya zatrat na perevozku грузов v gorodakh. The Russian Automobile and Highway Industry Journal, 6(28), pp. 18-25. (In Russian).
 10. Kulikov, A. V., Firsova, S. Yu., & Sovetbekov, B. (2019). Perfection the organization of transportation of export grain. Herald of KRSU, 19(4), pp. 46-52. (In Russian).
 11. Firsova, S. Yu., Kulikov, A. V., & Sovetbekov, B. (2019). Rol' transportnoy logistiki v obespechenii ekzistentsional'noy bezopasnosti cheloveka. Herald of KRSU, 19 (8), pp. 97-101. (In Russian).
 12. Kulikov, A. V., & Firsova, S. Y. (2019). Effectiveness of road transport technology in modern housing systems. Proceedings of the 5th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2019), Vol. II, part 2, March, 25-29, Sochi. Cham (Switzerland), Springer International Publ., pp. 813-821. (In English). DOI: 10.1007/978-3-030-22063-1_8

Information about the authors

Mohamed Kuruma, Master's Student at the Department of Road Transport, Volgograd State Technical University, e-mail: kouroumamohamed074@gmail.com

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

Сведения об авторах

Курума Мохамед, магистрант кафедры автомобильных перевозок, Волгоградский государственный технический университет, e-mail: kouroumamohamed074@gmail.com

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

For citation: Kuruma, M., & Kulikov, A. V. (2021). Improving the organization of food transportation by road to shopping centres in Conakry (Guinea) by optimizing supply chains. *Arkhitektura, stroitel'stvo, transport* [Architecture, construction, transport], (2), pp. 76-89. (In English). DOI: 10.31660/2782-232X-2021-2-76-89.

Для цитирования: Kuruma, M. Improving the organization of food transportation by road to shopping centres in Conakry (Guinea) by optimizing supply chains / M. Kuruma, A. V. Kulikov. DOI: 10.31660/2782-232X-2021-2-76-89. – Текст : непосредственный // *Архитектура, строительство, транспорт*. – 2021. – № 2. – С. 76–89.

ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСПОРТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕНОСА ТРАНССИБИРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ ЗА ГРАНИЦЫ ГОРОДА ТЮМЕНИ

Д. А. Захаров

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

TRANSPORT MODELLING APPLICATION IN ASSESSING THE EFFICIENCY OF THE TRANS-SIBERIAN RAILWAY TRANSFER BEYOND THE BORDERS OF THE CITY OF TYUMEN

Dmitriy A. Zakharov

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. В статье рассматриваются результаты имитационного моделирования на макроуровне сценария переноса Транссибирской железной дороги за пределы города Тюмени. Приводится анализ изменения рассчитанных в программе PTV VISUM параметров дорожного движения для утреннего времени суток на текущий момент для варианта переноса железной дороги из города. Рассматриваются варианты повышения полноты и точности результатов моделирования данного варианта развития инфраструктуры.

Ключевые слова: транспортное планирование и моделирование, макроскопическая модель, параметры и эффективность организации дорожного движения, транспортные потоки

Abstract. The article discusses the results of simulation at the macro level of the scenario of the Trans-Siberian railway transfer outside the Tyumen. The authors give the analysis of changes in the traffic parameters calculated in the PTV VISUM program for the morning time of the day at the current moment for the option of transferring the railway from the city, and consider the options for increasing the completeness and accuracy of the modeling results for this option of infrastructure development.

Key words: transport planning and modeling, macroscopic model, parameters and efficiency of traffic management, traffic flows

Введение

В России продолжается тренд на переезд жителей малых городов в региональные центры и крупные мегаполисы. Так, в Программе комплексного развития транспортной инфраструктуры (ПКРТИ) города Тюмени, утвержденной Тюменской городской думой в 2018 году, предполагается рост численности жителей с 800 до 1 200 тысяч, т. е. фактически на 50 %, а также дальнейший рост автомобилизации [1]. Эти факторы являются основанием для поиска муниципальными властями комплекса мероприятий, направленных на повышение качества транспортного обслуживания населения в будущем.

Территория Тюмени поделена на три крупные части: северную, центральную и южную, разграниченные р. Турой и Транссибирской железнодорожной магистралью (рис. 1). В южной располагаются в основном жилые районы, а рабочие и учебные (в вузах города) места находятся в центральной и северной частях. Из-за этого формируются транспортные корреспонденции между транспортными районами из разных ча-

стей города. Для движения с южного района существует пять маршрутов по путепроводам через Транссибирскую железную дорогу по улицам Монтажников, Пермькова, Мельникайте, Тракторной и автомобильной дороге Обход города. На данных путепроводах и соседних с ними перекрестках автодорог в часы пик возникают значительные транспортные заторы.

В 2007 году в СМИ было объявлено о том, что в Тюменской области рассматривается вопрос о переносе Транссибирской железной дороги за границы города. На этот счет высказывали мнение и давали экспертную оценку губернатор Тюменской области, специалисты-экологи, транспортники. При этом никто из специалистов не приводил данные по изменению качества транспортного обслуживания населения, времени на реализацию корреспонденций. Для проведения такого анализа требуется наличие транспортной модели города и проработка сценария переноса железной дороги за его пределы. В 2008 году был принят и утвержден Генеральный план города Тюмени, в котором не рассматривался данный

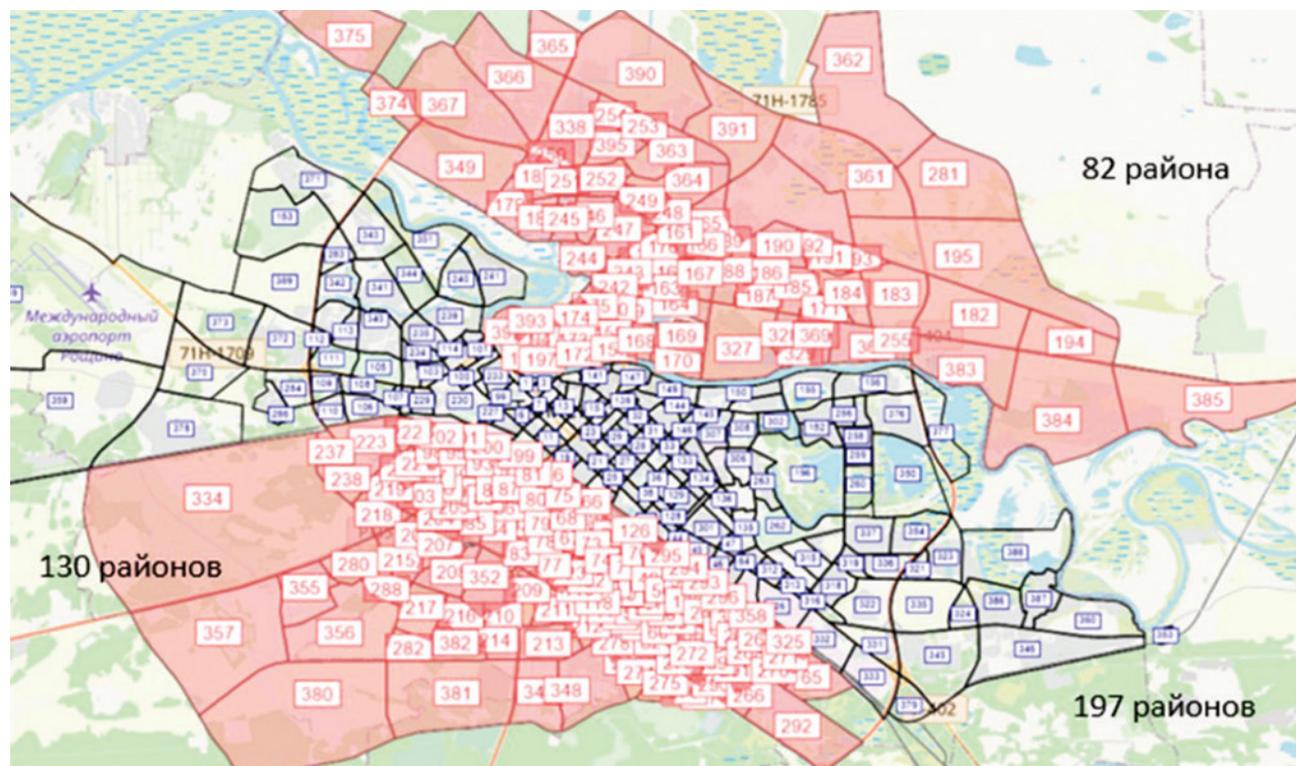


Рис. 1. Транспортные районы в макромоделе Тюмени

вопрос. Окончательное решение об отказе от плана переноса железной дороги озвучены губернатором области в 2012 году.

В ПКРТИ Тюмени вопрос переноса железной дороги не рассматривался. Программа действует до 2040 года, поэтому можно говорить о закрытии данной темы на среднесрочную перспективу. Однако вопрос оценки изменения параметров для данного сценария моделирования остается актуальным, так как темпы роста численности жителей в Тюмени по-прежнему одни из самых высоких в России.

Проблемам повышения качества транспортного обслуживания населения в российских городах посвящено большое количество работ [2–5]. Отдельные исследования проводились и для Тюмени [6, 7].

Объект исследования

Гипотеза исследования – перенос Транссибирской железной дороги за территорию города и создание дополнительных связей между транспортными районами позволит повысить связность территорий, сократить протяженность маршрутов движения между отдельными районами города и, следовательно, повысить качество транспортного обслуживания населения.

Объектом исследования является городская транспортная система Тюмени. Предметом – параметры дорожного движения, рассчитываемые с применением имитационной макроскопической модели.

В связи со сложностью и большими размерами этой системы и невозможностью провести реальные изменения транспортной инфраструктуры в данном исследовании применяются имитационное моделирование в программном комплексе PTV VISUM и транспортная макроскопическая модель города. Применение таких моделей позволяет выполнять прогнозирование транспортного спроса и его перераспределение

по видам транспорта¹, а также определять параметры функционирования транспортной системы в целом по городу, в каждом узле, отрезке и по отдельным маршрутам движения. Экспертами отмечается, что макроскопические имитационные транспортные модели относятся к среднему классу точности, поэтому при разработке крупных инфраструктурных проектов целесообразно проводить комплекс работ, в том числе с применением микромоделирования отдельных ключевых объектов.

Работе с макромоделями городов в мире и России посвящено большое количество исследований [9–13]. В них рассматриваются различные сценарии развития городских транспортных систем, в том числе конфигурация улично-дорожной сети и мероприятия по повышению связности территорий.

В макромоделе города для утреннего периода времени был смоделирован сценарий переноса железной дороги и строительство восьми участков улично-дорожной сети, которые соединяют автомобильные дороги в центральной и южной частях города в створе улиц Аккумуляторной, Таврической, Гранитной, М. Горького, Холодильной, Тульской, Бажова и Ялуторовский тракт, 11 км.

Результаты

Результаты моделирования показывают перераспределение транспортных потоков с наиболее загруженных участков УДС и появление новых маршрутов движения транспорта с различной интенсивностью (табл. 1).

В целом по городу для сценария переноса железной дороги улучшения параметров дорожного движения незначительны (табл. 2). Суммарное время на реализацию транспортных корреспонденций снижается на 3,7 %, среднее время – на 2,7 %.

Создание дополнительных связей между транспортными районами позволяет существен-

¹Использование программных продуктов математического моделирования транспортных потоков при оценке эффективности проектных решений в сфере организации дорожного движения : методические рекомендации по разработке и реализации мероприятий по организации дорожного движения. – Москва, 2017. – 72 с. – Текст : непосредственный.

**Перераспределение транспортного
спроса на новые участки УДС Тюмени
для утреннего времени**

Таблица 1

Новый участок УДС	Транспортный спрос, ед./ч
Аккумуляторная	966
Таврическая	912
Гранитная	1 214
М. Горького	1 563
Холодильная	781
Тульская	1 428
Бажова	534
Ялуторовский тракт, 11 км	720

но снизить время на реализацию корреспонденций на отдельных маршрутах. Например, по маршруту *р-н аэропорта Плеханово – Центр города* (рис. 2) длина маршрута сокращается на 35,3 %, а время на реализацию корреспонденций в утренний час пик – более чем в два раза (табл. 3). При этом существенно разгружается участок самого загруженного путепровода через Транссиб в центре города по улице Тракторной.

По маршруту *р-н МЖК – металлургический завод* (рис. 3) время на реализацию корреспонденций в утренний час пик сокращается на 11,9 % (табл. 4), однако длина маршрута увеличивается почти на 10 %. В то же время разгружается участок другого загруженного путепровода через Транссибирскую железную дорогу по ул. Пермякова.

Таблица 2

**Параметры городской транспортной системы Тюмени
для утреннего времени**

Показатель	Текущая ситуация	Без железной дороги	Изменение, %
V_0 , км/ч	37	36	-2,8
V_a , км/ч	28	26	-7,7
t_0 среднее, ч	17 мин 54 с	17 мин 47 с	-0,7
t_a среднее, ч	23 мин 26 с	22 мин 48 с	-2,7
t_0 суммарное, ч	41 752 ч 46 мин	41 069 ч 11 мин	-1,7
t_a суммарное, ч	54 647 ч 12 мин	52 688 ч 10 мин	-3,7



Рис. 2. Изменение маршрутов движения при формировании новых транспортных связей между районами Тюмени, *р-н аэропорта Плеханово – Центр города* (текущая ситуация – слева, при переносе железной дороги – справа)

Таблица 3

Параметры при движении ТС по маршруту р-н аэропорта Плеханово – Центр города

Показатель	Текущая ситуация	Без железной дороги	Изменение, %
V_a , км/ч	16	24	50
t_o среднее, ч	9 мин 56 с	9 мин 40 с	-2,8
t_a среднее, ч	24 мин	11 мин 50 с	-102,8
Длина маршрута, км	6,3	4,7	-35,3

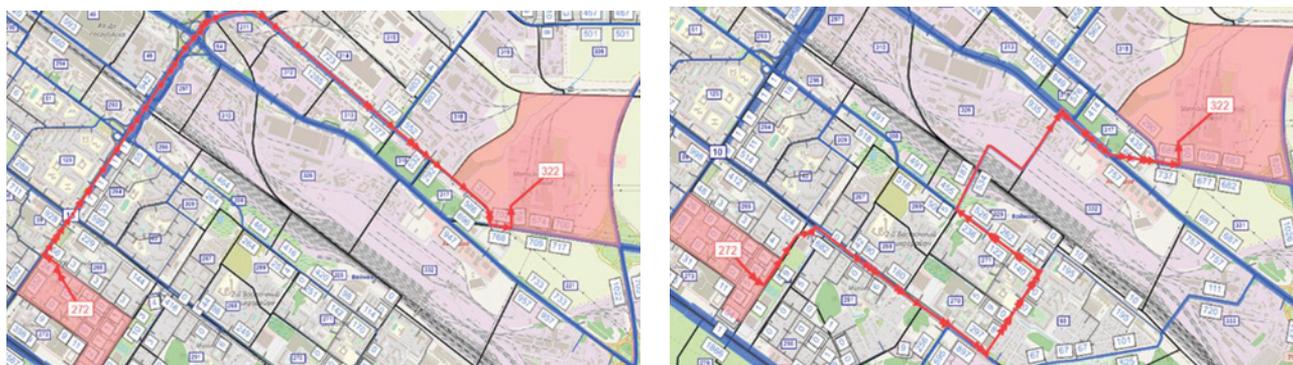


Рис. 3. Изменение маршрутов движения при формировании новых транспортных связей между районами Тюмени, р-н МЖК – металлургический завод (текущая ситуация – слева, при переносе железной дороги – справа)

Таблица 4

Параметры при движении ТС по маршруту р-н аэропорта Плеханово – Центр города

Показатель	Текущая ситуация	Без железной дороги	Изменение, %
V_a , км/ч	21	26	23,8
t_o среднее, ч	15 мин 4 с	17 мин 14 с	12,6
t_a среднее, ч	21 мин 20 с	19 мин 4 с	-11,9
Длина маршрута, км	7,37	8,1	9,9

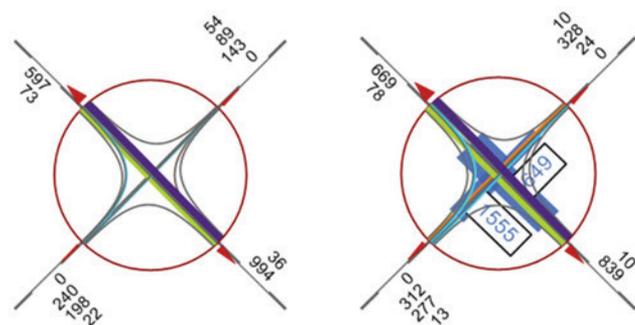


Рис. 4. Изменение интенсивности движения ТС в узлах (перекресток улиц Республики и Тульской) (текущая ситуация – слева, при переносе железной дороги – справа)

При создании нового участка автодороги по ул. Тульской на подходе к перекрестку с ул. Республики интенсивность движения увеличивается с 440 до 600 транспортных средств (рис. 4). На параллельном маршруте по путепроводу по ул. Мельникайте интенсивность движения снижается.

Обсуждение и выводы

Проанализировав результаты моделирования, можно сделать ряд выводов и рекомендаций.

- При рассмотрении предложений по строительству или ликвидации крупных инфраструктурных объектов необходимо рассматривать данные мероприятия в рамках документов транспортного планирования (ПКРТИ и КСОДД) и их возможных корректировок.
- При принятии решений об изменении ПКРТИ и КСОДД (строительство новых объектов или отказ от строительства, перенос на неопределенный срок) целесообразна оценка изменения параметров функционирования городской транспортной системы на основе имитационного моделирования.
- Моделирование целесообразно проводить не только в суточной модели, но и в транспортных моделях максимальных нагрузок в утреннее и вечернее время.
- Для исключения усреднения результатов целесообразно проводить моделирование на макроуровне с выделением в отдельную модель южную и центральную части города.
- В данной макромоделе необходимо детально учитывать сопротивление в узлах (например, за счет занесения сигнальных планов светофоров в макромоделю).
- Для уточнения параметров и повышения точности результатов моделирования целесообразно проводить моделирование отдельных узлов на микроуровне.

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. Транспортное моделирование в решении задач организации дорожного движения / А. И. Солодкий. – Текст : непосредственный // Транспортное планирование и моделирование : сборник трудов II Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 24–25 мая 2017 года. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2017. – С. 243–252.
3. 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 // Транспортное планирование и моделирование : Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2020. – № 2. – С. 115–124.
4. 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 технологий. – 2017. – № 1(60). – С. 74–80.
5. 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 : материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 26–27 мая 2016 года / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет ; Ассоциация транспортных инженеров. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2016. – С. 136–144.
6. Захаров, Д. А. Обоснование комплекса мероприятий по повышению эффективности организации дорожного движения на Тюменской кольцевой автомобильной дороге / Д. А. Захаров, А. А. Фадюшин, Д. А. Звездин. – DOI: 10.23968/1999-5571-2020-17-2-181-186. – Текст : непосредственный // Вестник гражданских инженеров. – 2020. – №2(79). – С. 181–186.
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. Корягин, М. Е. Моделирование маршрутной сети прямоугольного города с Манхэттенской метрикой / М. Е. Корягин, А. С. Березина. – Текст : непосредственный // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2018. – № 2. – С. 21–25.
9. Якимов, М. Р. Транспортное планирование : создание транспортных моделей городов : монография / М. Р. Якимов. – Москва : Логос, 2013. – 188 с. – Текст : непосредственный.
10. 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.
11. 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.
12. Основы транспортного моделирования: практическое пособие / А. Э. Горев, К. Беттгер, А. В. Прохоров, Р. Р. Гизатуллин. – Санкт-Петербург : КОСТА, 2015. – 168 с. – Текст : непосредственный.

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. Solodky, A. I. (2017). Transport modeling in the solution of tasks of organization of road traffic. Transportnoe planirovanie i modelirovanie: Sbornik trudov II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, May, 24–25. St. Petersburg, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering Publ., pp. 243-252. (In Russian).
3. 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
4. Zyryanov, V. V., Feofilova, A. A., & Chuklinov, N. N. (2017). 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).
5. 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: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, May, 26–27. St. Petersburg, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering Publ., pp. 136-144. (In Russian).
6. Zakharov, D. A., Fadyushin, A. A., & Zvezdin, D. A. (2020). Substantiation of a set of measures aimed at improving the traffic management on the Tyumen ring highway. Vestnik Grazhdanskikh Inzhenerov (Bulletin of Civil Engineers), 2(79), pp. 181-186. (In Russian). DOI: 10.23968/1999-5571-2020-17-2-181-186
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. Koryagin, M. E., & Berezina, A. S. (2018). Simulation of the route network of the rectangular city with Taxicab geometry. Nauchnye problemy transporta Sibiri i Dal'nego Vostoka, (2), pp. 21-25. (In Russian).
9. Yakimov, M. R. (2013). Transport planning: creation of transport models of cities. Moscow, Logos Publ., 188 p. (In Russian).
10. Yakimov, M. R., & Arap'eva, A. A. (2016). Transportnoe planirovanie. Osobennosti modelirovaniya transportnykh potokov v krupnykh gorodakh. Moscow, Logos Publ., 280 p. (In Russian).
11. Yakimov, M. R., & Popov, Yu. (2014). Transport planning. Practical recommendations for creating transport models of cities in the software package PTV Vision® VISUM. Moscow, Logos Publ., 200 p. (In Russian).

-
12. Gorev, A. E., Bettger, K., Prokhorov, A. V., & Gizatullin, R. R. (2015). *Osnovy transportnogo modelirovaniya*. St. Petersburg, KOSTA Publ., 168 p. (In Russian).

Сведения об авторе

Захаров Дмитрий Александрович, к. т. н., доцент, заведующий кафедрой эксплуатации автомобильного транспорта, Тюменский индустриальный университет, e-mail: zaharovda@tyuiu.ru

Information about the author

Dmitriy A. Zakharov, Candidate of Engineering, Associate Professor, Head at the Department of Road transport operation, Industrial University of Tyumen, e-mail: zaharovda@tyuiu.ru

Для цитирования: Захаров, Д. А. Применение транспортного моделирования при оценке эффективности переноса Транссибирской железной дороги за границы города Тюмени / Д. А. Захаров. – DOI: 10.31660/2782-232X-2021-2-90-97. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. – № 2. – С. 90–97.

For citation: Zakharov, D. A. (2021). Transport modelling application in assessing the efficiency of the Trans-Siberian Railway transfer beyond the borders of the city of Tyumen. *Architecture, construction, transport*, (2), pp. 90-97. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2021-2-90-97.

ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ РУКОПИСИ

1. К предоставляемой рукописи должны быть приложены следующие документы:

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

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

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

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

4. Технические требования к тексту.

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

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

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

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

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

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

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

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

5. Рукопись статьи должна включать:

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

ции, 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!**

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ТЕОРИИ И СОЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

А. К. Лазаренко, к. э. н., исполнительный директор Союза «Региональное объединение работодателей Тюменской области»

Fundamental theories and social systems

A. K. Lazarenko, Candidate of Economics, Executive Director of the Union "Regional Association of Employers of the Tyumen Region»



*Мне приходится делить свое время
между политикой и уравнениями.
Однако уравнения, по-моему, гораздо важнее,
потому что политика существует только до данного момента,
а уравнения будут существовать вечно.*

А. Эйнштейн

В 2020 году в Конституцию РФ были внесены поправки, предусматривающие реализацию принципов социального партнерства в регулировании трудовых и иных, непосредственно связанных с ними отношений (статья 114.1.е⁴) и требующие совершенствования института социального партнерства в целом. Внесение данной нормы большинство людей воспринимают как политическую составляющую.

Практика показала, что в последнее время институты социального партнерства на территории Тюменской области действительно приостановились в развитии и стали терять возможность выполнять служебные функции, установленные законодательством. Исследования, проведенные Союзом «Региональное объединение работодателей Тюменской области» во взаимодействии с Союзом строителей (работодателей) Тюменской области показали, что проблемы развития социального партнерства характерны и для других регионов и отраслей, о чем мы говорим честно и открыто.

Социально-трудовые отношения затрагивают многие аспекты деятельности, и их регулирование всегда протекает сложно, что, собственно, и подтвердил Президент РФ В. В. Путин в послании Федеральному собранию.

Так случилось, что в 2004 году Тюменская область подверглась критике со стороны федеральных властей за ненадлежащее развитие системы социального партнерства на региональном уровне. В то время никто не представлял, что такое система социального партнерства. Имея дело с конструированием и организацией технических систем, при разработке модели системы социального партнерства, пришлось все соотносить с законами естественных наук, руководствуясь собственными представлениями о системах и структурах. В результате была разработана Концепция развития социального партнерства на территории Тюменской области.

Казалось бы, появилось руководство для строительства важнейшей социальной системы,

но желаемого результата достичь не удалось. Непонятно, были ли допущены ошибки при разработке самой концепции или они накопились в процессе функционирования. И хотя вопросами развития социальных систем занимаются ученые и специалисты гуманитарных наук и профессий, различные общественные организации и движения, ответ на вопрос о том, почему мы до сих пор не можем организовать совершенные отношения, все еще не найден.

В стране и области существует множество общественных организаций, предпринимательских объединений и альтернативных (свободных) профсоюзов, деятельность которых так или иначе связана с социально-трудовыми отношениями. Налицо – все атрибуты свободного демократического общества. Однако это множество общественных организаций и движений проблемы в сфере труда и иных, связанных с ними отношений решают, руководствуясь собственными представлениями, что порождает конфликты как внутри конкретного сообщества, так и внутри гражданского общества в целом.

Когда стало понятно, что существующая модель социального партнерства не может надлежащим образом выполнять свои служебные функции в деловом сообществе, представляющем производственный сектор экономики, задумались о том, что же препятствует развитию.

Чтобы выработать разумные предложения, в первую очередь необходимо объективно оценить реальное состояние системы социального партнерства, установить факторы и выявить причины, которые отклонили ее от проектной модели. По состоянию на 29 апреля 2021 года сторону работодателей в системе социального партнерства Тюменской области представляли 17 юридических и 3 физических лица. Членством с отраслевыми предпринимательскими объединениями связана 131 организация. Всего систему социального партнерства Тюменской области представляют 150 юридических и физических лиц. За последние годы членство сократилось в четыре раза, изменилась и структура членов.

Региональное соглашение между Правительством Тюменской области, Союзом «Тюменское межрегиональное объединение организаций профсоюзов «Тюменский областной совет про-

фессиональных союзов» и Союзом «Региональное объединение работодателей Тюменской области» на 2020-2022 годы содержит ряд обязательств. 85 пунктов стороны должны реализовывать совместно, выполнение 76 пунктов возлагается на работодателей, 47 – на Правительство, 40 – на профсоюзы. Как видим, основная доля обязательств ложится именно на работодателей.

По данным управления Федеральной налоговой службы, количество хозяйствующих субъектов, зарегистрированных на территории Тюменской области, по состоянию на 1 января 2021 года составило 37 352, в том числе 5 142 – некоммерческие организации, из них более 100 – предпринимательские объединения. Степень организованности работодателей в системе социального партнерства Тюменской области составляет менее 0,35 % и продолжает уменьшаться. Из этого следует вывод о том, что запрос на социальное партнерство в регионе отсутствует.

Постоянное возвращение к теме развития социального партнерства свидетельствует о системной проблеме, решение которой требует применения научных методов. Очевидно, что модель социального партнерства, построенная на принципах добровольности, оказалась несостоятельной. Более того, множественность участников отношений предполагает взаимодействия и связи, которые в социальном партнерстве довольно слабые или их нет вовсе. В социальных системах ведущее место занимают люди, которые в большинстве своем не готовы дополнительно, по собственной инициативе принимать на себя какие-либо обязанности, действовать по собственному желанию, без принуждения.

В действительности добровольность членства в объединениях работодателей и добровольное принятие на себя обязательств конкурируют с обязательностью выполнения соглашений и ответственностью за их невыполнение (ст. 24 ТК РФ). Добровольность проигрывает обязательности. Это маломасштабное явление, имеющее кратковременный эффект и неспособное быть условием для развития и функционирования полноценной системы. Мы ментально и организационно не готовы строить систему социального партнерства, руководствуясь только принципами добровольности.

ЛЮДИ, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ/PEOPLE, EVENTS, FACTS

В реальной жизни применяется так называемый добровольно-принудительный способ организации чего-либо. Это вульгарное выражение Теории подталкивания, за разработку и обобщение результатов которой американский экономист Ричард Талер в 2017 году был удостоен Нобелевской премии по экономике. Согласно данной теории, подталкивание к действию не менее эффективно, чем силовое принуждение к нему или прямые рекомендации.

Иными словами, имеется научное подтверждение целесообразности создания условий, побуждающих работодателей к членству в объединениях работодателей, а объединения работодателей – к членству в объединениях работодателей более высокого порядка. Такая иерархия соответствует Общей теории систем.

Добровольность, на принципах которой строится социальное партнерство, изначально принимается как неоспоримая истина, не подлежащая обсуждению, перепроверке и/или критике, и дальше разговоров дело не идет. В Региональном соглашении на протяжении многих лет не выполняются пункты 8.8 и 8.9, предусматривающие анализ состояния социального партнерства, подготовку предложений по его дальнейшему развитию, привлечению новых участников трехсторонних соглашений с использованием механизмов, побуждающих к членству в объединениях работодателей.

Попытки разобраться в механизмах, побуждающих к членству в объединениях работодателей, пресекаются властями. Иной раз ситуация доходит до абсурда, и в этих устремлениях усматривается подрыв престижа Тюменской области. Модель системы социального партнерства в регионе имеет большой модернизационный ресурс и, если подойти творчески, ее можно наладить. Лучшим способом настройки любой системы является выявление и исправление/устранение недостатков/факторов, влияющих на ее функционирование.

Универсальным инструментом решения любых задач являются уравнения. В социологии это структурные уравнения, смысл которых заключается в том, что между неизвестными переменными (корнями) имеются причинные взаимосвязи. Как уже было отмечено, базовым принципом

социального партнерства является добровольность. В нашем случае решить уравнение означает найти такие значения аргументов (чисел, наборов функций и т. д.), при которых будет выполнено равенство, или доказать, что корней нет вовсе либо нет тех, что удовлетворяют заданным условиям.

Источником информации могут служить печатные материалы, созданные для хранения и передачи социологической информации, которая накапливается в результате деятельности исследуемого объекта, государственные и правительственные акты, речи политических и общественных руководителей, статистические сборники и другие материалы, оказывающие положительное, отрицательное или нейтральное воздействие.

Для начала необходимо смоделировать условия, при которых участники отношений будут готовы по собственной инициативе, без принуждения, брать на себя обязательства, выполнять уставы, соглашения и нести ответственность за их невыполнение.

При описании реального поведения социальной системы надо понимать, что ее элементы осуществляют индивидуальное целеполагание. В первую очередь необходимо обратиться к анализу функционирования социально-экономических систем как результата деятельности человека. Важнейшим свойством добровольности в социальных системах следует считать жертвенность как отложенное вознаграждение не только в личных интересах, но и ради общего блага.

Неопределенности нужно искать в предпочтениях (системе ценностей) и объективных условиях внешней среды. В отличие от естественных систем, в социальной допускается логическая обратимость. Нужны новые подходы. Однако в изменившемся интеллектуальном климате теоретические знания пользуются плохой репутацией у общественности и не поддерживаются властями. Результаты НИР, умозаключения и выводы, которые делались на основе эмпирических (наблюдаемых и измеряемых) данных о социальном партнерстве, разбиваются об авторитет и уровень государственных и общественных деятелей, несовершенство законов. Пытаясь что-то доказать, становишься своего рода еретиком.

Установлено, что на систему социального партнерства влияют три взаимосвязанных фактора (*именуемые неизвестными переменными (корнями) с причинными взаимосвязями*):

- непонимание сущности социального партнерства на региональном, отраслевом, территориальном и локальном уровнях;
- некорректное отношение к институту социального партнерства;
- отсутствие экономических стимулов для встраивания работодателей в систему социального партнерства.

Смысл социального партнерства в том, что стороны принимают на себя обязательства сверх тех, что установлены законами. Однако большинство участников отношений не разделяют понятия «объединение работодателей» и «представители работодателей». Распространена практика заключения соглашений с представителями работодателей, не наделенных юридическими полномочиями, что априори делает соглашения недействительными.

В некоторых случаях в отраслевые трехсторонние соглашения дополнительно включают работодателей и работников как самостоятельные субъекты, тем самым смешивая соглашения с коллективными договорами и деформируя таким образом всю конструкцию социального партнерства, в основе которой лежит трипартизм.

После подписания и регистрации таких соглашений обратная связь не организуется, да и организовать ее невозможно. Областная трехсторонняя комиссия по регулированию социально-трудовых отношений, как постоянно действующий орган управления, планы мероприятий, необходимых для реализации обязательств в соглашении, не разрабатывает, их исполнение не контролирует, а значит, фактически стала бесполезным органом.

На отраслевом уровне комиссии вообще не создаются. Это означает, что стороны не ставят перед собой цели исполнять эти соглашения. Подписали и забыли. На территориальном уровне взаимодействие между сторонами выстраивается вне системы социального партнерства. Обучение представителей сторон в сфере социального партнерства не осуществляется, знания не проверяются, функции не корректируются.

Критически оценивая функциональные возможности существующей модели социального партнерства, мы пришли к выводу, что в ней не придавалось значения тому, что человек в системе обладает определенной свободой действий. Наличие людей заставляет по-иному смотреть на них с точки зрения сложных систем. Научно доказано, что все системы (астрономические, инженерные, биологические или социальные) изоморфны, то есть имеют схожие признаки и свойства. Описать систему социального партнерства можно с точки зрения Общей теории систем, Теории управления, Экономической теории и Второго закона термодинамики. Других инструментов, способных объективно описать ее состояние, предположить свойства и спрогнозировать развитие, просто *не существует*.

Система социального партнерства относится к открытой системе со своей спецификой. Второй закон термодинамики более точно определяет эволюционную проблематику развития социального партнерства. Открытая система предполагает динамическое взаимодействие с окружающим миром и тяготеет к усложнению структуры и дифференциации. Сложность в том, что в системе социального партнерства должен обеспечиваться вклад каждого ее члена в общую работу, необходимо отслеживать все изменения внешней среды, оценивать их и выбирать наилучшие ответные реакции, способствующие достижению общих целей.

Объективно оценивая ситуацию, все больше приходишь к выводу, что методологические средства и способы мировоззренческих обобщений, основанные на законах естественных наук, могут применяться и в отношении социальных систем. Смысл в том, что объединения работодателей, объединения работников без внешней поддержки могут разрушаться, как любая система или структура в системе. В конечном счете это может привести к угасанию всего института социального партнерства.

Нам предстоит решить интересную и чрезвычайно сложную логическую задачу в условиях множества неопределенностей – организовать в Тюменской области эффективную, саморазвивающуюся систему социального партнерства с нужными свойствами для общего блага.

СТРОИТЕЛЬСТВО В АРКТИКЕ: В ПОИСКЕ НОВЫХ РЕШЕНИЙ

Construction in the Arctic: in search of new decisions



А. Н. Краев,
профессор кафедры
строительных
конструкций ТИУ

Интерес к Арктике, наряду с усилением роли этого уникального региона в международных отношениях, существенно вырос за последние пару десятилетий. В настоящее время исследованием арктических пространств комплексно занимаются не только государства циркумполярного мира, и объем знаний об этой территории растет крайне стремительно. Для любой приарктической страны не успеть за динамикой их накопления сегодня, значит, ослабить свое влияние в этом стратегически важном регионе завтра.

Немало разнонаправленных проарктических проектов реализуется и в Тюменском индустриальном университете. Научные исследования ведутся в самых разных направлениях и в строительной отрасли, обеспечивающей экономическую эффективность других сфер экономики, в том числе. Об особенностях строительства промышленных, гражданских и транспортных сооружений в сложных инженерно-геологических и климатических условиях и проводимых в Тюменском индустриальном университете исследованиях мы попросили рассказать доцента, профессора кафедры строительных конструк-

ций Строительного института, руководителя магистерской программы «Теория проектирования зданий и сооружений» А. Н. Краева.

– Алексей Николаевич, расскажите, пожалуйста, чем Вам интересна Арктика?

– Одно из основных научных направлений, которым я занимаюсь, – исследование теплового и механического взаимодействия оснований и фундаментов инженерных сооружений жилищно-транспортной инфраструктуры Арктической зоны. Данная территория сегодня быстро осваивается, и на то, на мой взгляд, есть три причины. Первая – это, конечно, развитие нефтегазовой отрасли и добыча всех видов полезных ископаемых. И мы знаем, что продолжается строительство Северного широтного хода, предназначенного в первую очередь именно для обеспечения деятельности предприятий этой отрасли.

Вторая – развитие Северного морского пути, которое невозможно без строительства портовой инфраструктуры и жилищно-транспортной инфраструктуры местных населенных пунктов.

Наконец, третья причина, которая подтолкнула меня к выбору этого научного направления и в целом играет ключевую роль в судьбе территории, – это развитие оборонной отрасли. Не секрет, что на Севере располагаются военные базы, здесь строятся военные объекты, формируется локальная жилищная и транспортная инфраструктура, необходимая для обеспечения обороноспособности нашей страны.

– А как Вы относитесь к мнению, что по завершению эры нефти люди начнут покидать северные города?

– Во многом это зависит от того, как будет развиваться наша страна. Но даже если закончатся углеводороды, существуют и другие отрасли, которые можно разрабатывать. Например, в



Наблюдение в естественных условиях за состоянием экспериментального участка автомобильной дороги Сургут – Салехард и реализованными схемами стабилизации земляного полотна и основания

Якутии широко распространен проект по добыче электрической энергии из ветровой нагрузки. Если говорить о нашем регионе, то Северный морской путь – это кратчайший транспортный коридор между Европой и Азией, и у него большие перспективы.

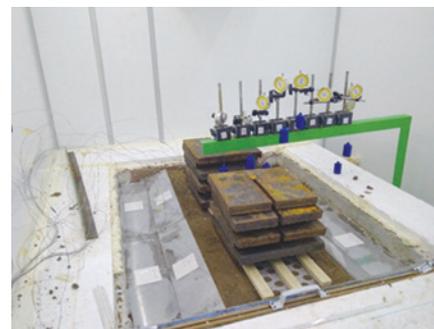
С другой стороны, согласно прогнозам, население Земли растет и в ближайшем будущем достигнет десятка миллиардов человек. С такой плотностью человечеству все равно придется осваивать северные территории. Поэтому данную научную тематику, изучением которой мы занимаемся в рамках магистерской программы «Теория проектирования зданий и сооружений» («Исследование теплового и механического взаимодействия оснований и фундаментов инженерных сооружений жилищно-транспортной инфраструктуры Арктической зоны Рос-

сийской Федерации» – прим. ред.), считаю актуальной и своевременной.

– Что предстоит сделать в рамках ее изучения?

– За пять лет – именно на такой срок зарегистрирована научная тематика – необходимо решить целый комплекс задач. Во-первых, выполнить литературный обзор и в хронологическом порядке описать, как развивалось данное направление в нашей стране и за рубежом, какие исследователи им занимались, к каким результатам и выводам они пришли.

Во-вторых, провести ряд лабораторных и маломасштабных экспериментальных исследований. Этим занимаются наши аспиранты. Затем выполнить более ценные и дорогостоящие исследования – в натурных условиях. Данные экс-



*Моделирование условий Крайнего Севера в лаборатории вуза.
Экспериментальное исследование маломасштабной модели земляного полотна
автомобильной дороги на многолетнемерзлых грунтах*

перименты дают большие массивы данных, которые позволяют сформировать новый подход, построить более совершенную математическую модель или методику расчета, позволяющую нам прогнозировать те или иные процессы в жизненном цикле зданий и сооружений. Результатом всей этой работы являются более эффективные и надежные конструктивные решения или конструкции в целом, помогающие увеличить срок эксплуатации дорог и домов, возводимых в таких непростых условиях.

– Удастся ли впоследствии внедрить найденные решения в жизнь?

– Если говорить о транспортной инфраструктуре, то, конечно, новые разработки сразу на федеральных трассах применять никто не станет, а вот реализовать их на небольших экспериментальных участках дорог местного значения вполне возможно. Например, на одном участке в Ямало-Ненецком автономном округе мы внедрили новые конструктивно-технологические решения, которые потом сравнивали со стандартными, сопоставляли результаты, выбирали оптимальный вариант.

Что касается площадных объектов, решения, которые в ходе натурных экспериментов показали свою эффективность, стараемся тоже вне-

дрить в практику. Как правило, выходим на заказчиков и предлагаем им повысить надежность того или иного сооружения. Зачастую, видя, что наши предложения экономически более выгодны, – а бизнес всегда заинтересован в увеличении прибыли и снижении затрат, – они идут нам навстречу. Совместная работа всегда начинается с фразы «давайте попробуем».

Удается работать и с производителями материалов, нередко они сами выходят на нас, привозят свою продукцию и предлагают нам испытать ее, найти ей новое применение. Это хороший пример взаимовыгодного сотрудничества. Производители получают еще одно направление использования материала, а мы – акты о внедрении результатов исследования.

Для нас это очень важно, потому что и научные публикации, и выступления на различного рода конференциях, и разработка методических материалов и пособий, а также, конечно, защиты магистерских и кандидатских диссертаций являются результатами нашей работы по исследуемой тематике.

– Если рассматривать в целом развитие науки о многолетнемерзлых грунтах, на каком этапе мы находимся? Как бы Вы его обозначили?

– Я бы назвал данный этап периодом интенсивного развития. Если рассматривать отечественную науку, то серьезный прорыв в этом направлении произошел в 1932 году, примерно до 1980 года ученые активно занимались различными исследованиями, так как шло строительство БАМа и становление Дальнего Востока. Потом наступил кризис в стране и в науке: расформировывались целые институты, распадались научные коллективы. Лишь в 2000-х годах начался небольшой подъем, и последние пятнадцать лет данным направлением в нашей стране занимаются очень серьезно. Конечно, в первую очередь это связано с необходимостью поддерживать в работоспособном состоянии нефтегазовую инфраструктуру. Нарботки в данной отрасли нашли применение в смежных областях. Как появились системы вертикальной и горизонтальной стабилизации грунтов, термостабилизации, промораживания и т. д.? По большому счету все они



в оптимизированном виде перешли из нефтегазовой отрасли в сферу промышленно-гражданского и транспортного строительства.

Возрождаются научные центры по изучению вечной мерзлоты, появляются новые материалы и технологии более высокого качества, которые позволяют строить более качественные и надежные здания и сооружения.

– И более высокие?

– Раньше на северных территориях строили преимущественно 2-3-этажные здания, иногда – до пяти этажей. Малоэтажность застройки объяснялась главным образом низкой заселенностью территорий, где попросту не нужны были высокие дома, и доступностью – а скорее недоступностью – применяемых материалов. Из чего строили на Севере 50-90 лет тому назад? В основном из древесины, которую проще всего было доставить.

В настоящее время в таких больших северных городах, как Норильск, встречаются дома более 25 этажей. Для Салехарда, Нового Уренгоя актуально строительство зданий не выше 30, и не потому, что здесь нельзя построить выше, а потому, что это экономически нецелесообразно. Есть ли смысл строить там уникальные здания в 70-100 этажей?! Думаю, нет.

– А в Тюмени, как Вам кажется, такие здания нужны? Помните, несколько лет назад горожане высказались резко против строительства высотки в центре города? Хотя по современным меркам ее и высотой назвать сложно.

– В 2008 году, когда я был на стажировке в Санкт-Петербурге, решался вопрос расположения будущего Лахта Центра. Его планировалось построить в исторической части напротив Заячьего острова, и люди тогда тоже высказались против, аргументируя свое решение тем, что данное здание изменит исторический облик города. Строительство будущей высотки перенесли на Васильевский остров... Сегодня, приезжая в Санкт-Петербург, я всегда сначала посещаю исторические места, а потом обязательно Лахта Центр, ставший современным символом города.

Что касается Тюмени, то, конечно, нужно сохранить историческое лицо нашего города. Что мы показываем нашим гостям в первую очередь? Мост Влюбленных, здание Тюменского индустриального университета на высоком мысу Затюменки, в котором мы с вами находимся, и другие исторические здания... Однако от идеи построить высотное здание в Тюмени, насколько мне известно, тоже не отказались.

– Вы много лет занимаетесь вопросами строительства зданий на вечной мерзлоте. У Вас никогда не возникало мыслей применить накопленные знания в несколько ином ключе? Всем хорошо известен опыт использования льда и снега в качестве строительного материала. Я не говорю о жилищах эскимосов, скорее – о снежном городе в Харбине (Китай), ледяных отелях в Швеции, ледяном аквариуме в Японии. В целом, на Ваш взгляд, подобные проекты в России были бы интересны туристам?

– Я знаком с технологиями возведения таких зданий и сооружений, но все же больше интересуюсь реальными объектами.

Конечно, снежно-ледовые города, которые строят в Китае, Канаде, на Аляске, – это грандиозные сооружения, они, безусловно, нужны – и не только для того, чтобы привлечь туристов, но и

чтобы разнообразить жизнь людей, проживающих в непростых климатических условиях. В Харбине строительство снежного города, по площади сравнимого с нашим Ялуторовском, занимает порядка 15 дней, в нем задействовано несколько тысяч человек. И такой многомиллионный город, как Харбин, может себе это позволить. Конечно, и в наших северных городах должны быть такие интересные объекты, но их масштабы должны быть пропорциональны численности населения наших городов, а она невелика. Это вопрос экономической целесообразности.

Если говорить в целом о научных направлениях, которые мне интересны, то раньше я занимался проблемой строительства зданий и сооружений на слабых водонасыщенных грунтах, эта тема мне по-прежнему близка. Слежу за появлением новых строительных материалов. Например, в Казани разрабатывают высокопрочные углеродные нити, в несколько раз превосходящие по прочности сталь. Из них планируют делать космические лифты. Интересуюсь современными теплоизоляционными материалами, а также материалами с высокими показателями прочности, которые позволяют существенно повысить качество строительства. К сожалению, технологии их производства очень дороги, чтобы использование этих материалов стало повсеместным, требуется время.

Тренд на экологичное строительство охватил сегодня всю Европу. Производители добавляют в состав натуральные экологические растительные добавки и получают при этом более прочные материалы. Такие разработки, безусловно, достойны внимания и имеют большой потенциал.

– Вы пристально следите за новостями в мире науки и техники. Какие из них Вас впечатлили больше всего?

– Связанные со строительной отраслью я уже назвал, а из других областей знаний – разработка вакцины от коронавирусной инфекции в поразительно короткие сроки. Исследования подтверждают, что она эффективна, а значит, у вирусологов нашей страны большой научный потенциал.

Беседовала Евгения Маслова

Отпечатано в типографии ООО "Печатник"
г. Тюмень, ул. Республики, 148, корп. 1/2
Телефон/факс: (3452) 20-33-86
E-mail: 929056@mail.ru

65 лет i university

☎ (3452) 28-36-85

🌐 tyuiu.ru

👤 industrial_u

📷 industrial_university