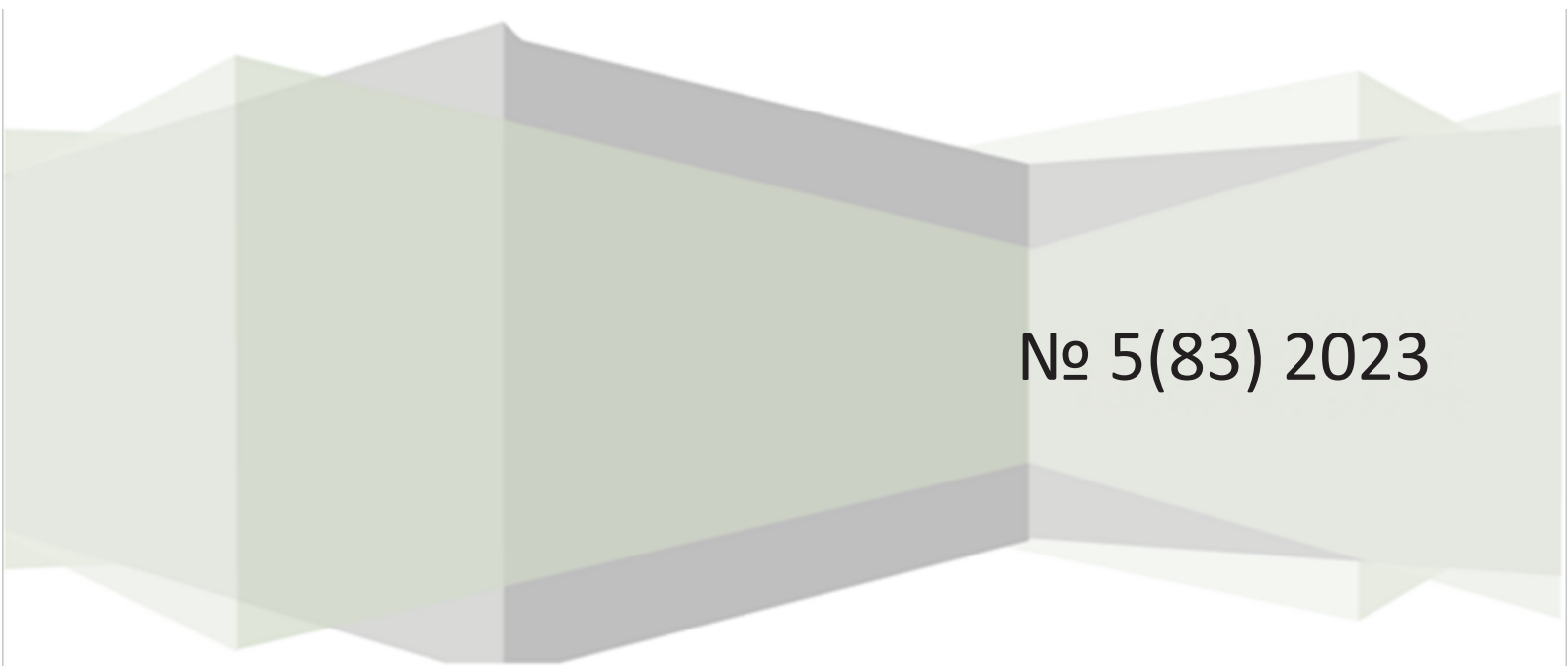


ISSN 1997-9347

Components of Scientific and Technological Progress

SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL



№ 5(83) 2023

Paphos, Cyprus, 2023

Journal "Components
of Scientific and Technological
Progress"
is published 12 times a year

Founder
Development Fund for Science
and Culture
Scientific news of Cyprus LTD

The journal "Components of Scientific
and Technological Progress" is included
in the list of HAC leading peer-reviewed
scientific journals and publications
in which the main scientific results
of the dissertation for the degree
of doctor and candidate of sciences
should be published

Chief editor
Vyacheslav Tyutyunnik

Page planner:
Marina Karina

Copy editor:
Natalia Gunina

Director of public relations:
Ellada Karakasidou

Postal address:
1. In Cyprus:
8046 Atalanta court, 302
Paphos, Cyprus
2. In Russia:
13 Shpalernaya St,
St. Petersburg, Russia

Contact phone:
(+357)99-740-463
8(915)678-88-44

E-mail:
tmbprint@mail.ru

Subscription index of Agency
"Rospechat" No 70728
for periodicals.

Information about published
articles is regularly provided to
Russian Science Citation Index
(Contract No 124-04/2011R).

Website:
<http://moofrnk.com/>

Editorial opinion may be different
from the views of the authors.
Please, request the editors'
permission to reproduce
the content published in the journal.

ADVISORY COUNCIL

Tyutyunnik Vyacheslav Mikhailovich – Doctor of Technical
Sciences, Candidate of Chemical Sciences, Professor, Director of
Tambov branch of Moscow State University of Culture and Arts,
President of the International Information Center for Nobel Prize,
Academy of Natural Sciences, tel.: 8(4752)504600,
E-mail: vmt@tmb.ru, Tambov (Russia)

Bednarzhevsky Sergey Stanislavovich – Doctor of Technical
Sciences, Professor, Head of Department of Safety, Surgut State
University, laureate of State Prize in Science and Technology,
Academy of Natural Sciences and the International Energy Academy,
tel.: 8(3462)762812, E-mail: sbed@mail.ru, Russia

Voronkova Olga Vasilyevna – Doctor of Economics, Professor,
Academy of the Academy of Natural Sciences, tel.: 8(981)9720993,
E-mail: voronkova@tambov-konfcentr.ru, St. Petersburg (Russia)

Omar Larouk – PhD, Associate Professor, National School
of Information Science and Libraries University of Lyon,
tel.: +0472444374, E-mail: omar.larouk@enssib.fr, Lyon (France)

Wu Songjie – PhD in Economics, Shandong Normal University,
tel.: +86(130)21696101; E-mail: qdwucong@hotmail.com,
Shandong (China)

Du Kun – PhD in Economics, Associate Professor, Department of
Management and Agriculture, Institute of Cooperation of Qingdao
Agrarian University, tel.: 8(960)6671587,
E-mail: tambovdu@hotmail.com, Qingdao (China)

Andreas Kyriakos Georgiou – Lecturer in Accounting, Department of
Business, Accounting & Finance, Frederick University,
tel.: (00357) 99459477 E-mail: bus.akg@frederick.ac.cy, Limassol
(Cyprus)

Petia Tanova – Associate Professor in Economics, Vice-Dean of
School of Business and Law, Frederick University,
tel.: (00357)96490221, E-mail: ptanova@gmail.com, Limassol
(Cyprus)

Sanjay Yadav – Doctor of Philology, Doctor of Political Sciences,
Head of Department of English, Chairman St. Palus College Science,
tel.: 8(964)1304135, Patna, Bihar (India)

Levanova Elena Alexandrovna – Doctor of Education, Professor,
Department of Social Pedagogy and Psychology, Dean of the Faculty
of retraining for Applied Psychology, Dean of the Faculty of Pedagogy

and Psychology of the Moscow Social and Pedagogical Institute; tel.: 8(495)6074186, 8(495)6074513; E-mail: dekanmospi@mail.ru, Moscow (Russia)

Petrenko Sergey Vladimirovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department of Mathematical Methods in Economics, Lipetsk State Pedagogical University, tel.: 8(4742)328436, 8(4742)221983, E-mail: viola@lipetsk.ru, viola349650@yandex.ru, Lipetsk (Russia)

Tarando Elena Evgenievna – Doctor of Economics, Professor of the Department of Economic Sociology, St. Petersburg State University, tel.: 8(812)2749706, E-mail: elena.tarando@mail.ru, St. Petersburg (Russia)

Veress József – PhD, Researcher in Information Systems Department, Business School of Corvinus University, tel.: 36 303206350, 36 1 482 742; E-mail: jozsef.veress@uni-corvinus.hu, Budapest (Hungary)

Kochetkova Alexandra Igorevna – Doctor of Philosophy and Cultural Studies (degree in organizational development and organizational behavior), PhD, Professor, Department of General and Strategic Management Institute of Business Administration of the Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, E-mail: dak6966@gmail.com, Moscow (Russia)

Bolshakov Sergey Nikolaevich – Doctor of Political Sciences, Doctor of Economics, Vice-Rector for Academic Affairs, Professor, Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin, tel.: 8(921)6334832, E-mail: snbolshakov@mail.ru, Syktyvkar (Russia)

Gocłowska-Bolek Joanna – Center for Political Analysis, University of Warsaw, tel. 48691445777, E-mail: j.gocłowska-bolek@uw.edu.pl, Warsaw (Poland)

Karakasidou Ellada – A&G, Kotanides LTD, Logistic, tel.: +99346270, E-mail: espavoellada9@gmail.com, Paphos (Cyprus)

Artyukh Angelika Alexandrovna – Doctor of Art History, Professor of the Department of Dramatic and Cinema Studies, St. Petersburg State University of Cinema and Television; tel.: +7(911)9250031; E-mail: s-melnikova@list.ru, St. Petersburg (Russia)

Melnikova Svetlana Ivanovna – Doctor of Art History, Professor, Head of the Department of Dramatic Art and Cinema Studies at the Screen Arts Institute of St. Petersburg State University of Cinema and Television; tel.: +7(911)9250031; E-mail: s-melnikova@list.ru, St. Petersburg (Russia)

Marijan Cingula – Tenured Professor, University of Zagreb, Faculty of Economics and Business, tel.: +385(95)1998925, E-mail: mcingula@efzg.hr, Zagreb (Croatia)

Pukharenko Yury Vladimirovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Building Materials Technology and Metrology at St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Corresponding Member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences; tel.: +7(921)3245908; E-mail: tsik@spbgasu.ru, St. Petersburg (Russia)

Przygoda Mirosław – Dr. hab., Head of Institute of Economic Analysis and Planning, Department of Management, University of Warsaw, tel.: 225534167, E-mail: mirosławprzygoda@wp.pl, Warsaw (Poland)

Recker Nicholas – PhD, Associate Professor, Metropolitan State University of Denver, tel.: 3035563167, E-mail: nrecker@msudenver.edu, Denver (USA)

Содержание

Строительные конструкции, здания и сооружения

- Ванус Д.С., Щербакова П.И., Мельникова И.В.** Комплексное исследование методов усиления железобетонных конструкций 6
- Дикая В.И., Синченкина М.И., Придвижкин С.В., Хусаинов Д.Б.** Автоматизация расчета шума в информационной модели здания 12
- Крылов Д.С., Придвижкин С.В., Карманова М.М., Сатылаев А.В.** Использование библиотеки ТИМ-компонентов для проектирования жилых многоквартирных домов (Корпорация Атомстройкомплекс) 18
- Мамедов Ш.М., Гуриева М.А., Корольков Д.И., Ковалевский А.В.** Особенности расчета остаточного ресурса бетонных и железобетонных конструкций с использованием метода по длительной прочности 25

Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение

- Serikov S.A., Kuzmenko V.P., Serikova E.A.** Construction of Vector Diagrams of the Traction Valve Engine of the Power Plant of a Hybrid Car 34
- Бируля В.Б.** Применение обратных методов теории теплопроводности в исследовании процессов термообработки строительных материалов 39

Технология и организация строительства

- Дорошин И.Н., Пахомова Л.А., Грамматикова С.А.** Загрязнение воздуха строительными машинами при сносе зданий 45
- Головин К.А., Забелина О.Б.** Анализ значимости факторов, влияющих на выбор организационно-технологических решений при строительстве объектов здравоохранения 51
- Риваненко М.С., Куцевич О.И.** Перспективы развития и применения цифровых технологий в строительном секторе и в экспертных организациях, привлекаемых для целей государственного строительного надзора 59
- Синенко С.А., Жадановский Б.В., Познахирко Т.Ю., Подорога Е.** Выбор способа производства строительных работ по совокупности технологических карт 69

Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства

- Максименко А.Ф., Мишина О.А., Остах С.В.** Оценка экологических рисков, обусловленных воздействием разливов нефтепродуктов 76

Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности

- Shafray E.S.** Role of Concepts of Privacy and “Personal Space” in Design of Public Spaces 82
- Вешняков А.В., Шевцова Е.А.** Малоэтажное жилье повышенной плотности. Ковровая застройка 90
- Есауленко И.В.** Конструктивные особенности зданий с кинетической архитектурой 98

Управление жизненным циклом объектов строительства

- Даюб Нбрас, Лapidус А.А., Фахратов М.А.** Риски при планировании стратегии реконструкции объектов строительства 105

Contents

Civil Structures, Buildings and Related Structures

Vanus D.S., Shcherbakova P.I., Melnikova I.V. A Comprehensive Study of Methods of Strengthening of Reinforced Concrete Structures.....	6
Dikaya V.I., Sinchenkina M.I., Pridvishkin S.V., Khusainov D.B. Automation of Noise Calculation in Building Information Model	12
Krylov D.S., Pridvishkin S.V., Karmanova M.M., Satylaev A.V. Using the Library of TIM-Components for Designing Residential Apartment Buildings (Atomstroykompleks Corporation)	18
Mamedov Sh.M., Gurieva M.A., Korolkov D.I., Kovalevsky A.V. Features of Calculating the Residual Life of Concrete and Reinforced Concrete Structures Using the Method of Long-Term Strength	25

Heating, Ventilation, Air Conditioning, Gas Supply and Lighting

Serikov S.A., Kuzmenko V.P., Serikova E.A. Construction of Vector Diagrams of the Traction Valve Engine of the Power Plant of a Hybrid Car.....	34
Birulia V.B. Application of Inverse Methods of the Theory of Thermal Conductivity in the Study of Heat Treatment Processes of Building Materials.....	39

Construction Technology and Management

Doroshin I.N., Pakhomova L.A., Grammatikova S.A. Contamination of Air by Construction Machines at the Demolition of Buildings	45
Golovin K.A., Zabelina O.B. Analysis of Impact Indicators Influencing the Choice of Organizational and Technological Solutions in the Construction of Healthcare Facilities	51
Rivanenko M.S., Kutsevich O.I. Prospects for the Development and Application of Digital Technologies in the Construction Sector and in Expert Organizations Involved in State Construction Supervision.....	59
Sinenko S.A., Zhadanovskiy B.V., Poznakhirko T.Yu., Podoroga Ye. The Choice of the Method of Production of Construction Works According to the Set of Technological Maps	69

Environmental Safety of Construction and Urban Economy

Maksimenko A.F., Mishina O.A., Ostakh S.V. The Assessment of Environmental Risks Caused by the Impact of Oil Spills	76
--	----

Architecture of Buildings and Structures. Creative Concepts of Architectural Activity

Shafray E.S. Role of Concepts of Privacy and “Personal Space” in Design of Public Spaces	82
Veshnyakov A.V., Shevtsova E.A. Low-rise High-density Development. Atrium Housing	90
Esaulenko I.V. Design Features of Buildings with Kinetic Architecture	98

Life Cycle Management of Construction Objects

Dayoub Nbras, Lapidus A.A., Fakhratov M.A. Risks in Planning the Reconstruction Strategy of Construction Sites	105
---	-----

УДК 624.012.4-183.2

Комплексное исследование методов усиления железобетонных конструкций

Д.С. Ванус, П.И. Щербакова, И.В. Мельникова

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»,
г. Москва (Россия)*

Ключевые слова и фразы: внешнее армирование; железобетон; колонна; металлические обоймы; наращивание сечения; ригель; углеродные ленты; усиление.

Аннотация. Многим известно, что строительство зданий и сооружений – довольно сложный процесс. Часто в железобетонном здании появляется необходимость в усилении конструкций, которая связана либо износом сооружения, либо с реконструкцией и техническим перевооружением, приводящим к увеличению нагрузок. На сегодняшний день уже известно много способов усиления. В данной статье будет выявлено, в каких случаях использование каких методов является наиболее выгодным.

Цель исследования – определить наиболее эффективный метод и материал для усиления конструкций.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- изучить существующие методы и материалы по усилению железобетонных конструкций и определить, в каких случаях они используются;
- проанализировать результаты, полученные в данных исследованиях;
- составить соответствующие выводы.

Методы исследования: теоретический, анализ научной литературы.

Научная гипотеза заключается в том, что существуют метод и материал, которые являются наиболее экономически эффективными по сравнению с решениями по усилению железобетонных сжатых и изгибаемых конструкций.

Результатом исследования является подтверждение наиболее эффективного метода усиления железобетонных конструкций.

Одной из важных проблем в строительстве является усиление конструкций зданий

и сооружений, которое требуется при физическом износе здания, либо реконструкции. Самыми частыми причинами физического износа являются коррозия, нарушение технологии строительства, усадочные и силовые трещины, снижение фактической прочности бетона, вызванное пожаром [1].

Ремонт, модернизация и реконструкция зданий приобретают все большее значение для повышения их полезности вместо полной замены конструкции в целом (модернизация означает добавление новых технологий или функций к старым системам) [2].

Существует большое количество различных методов усиления конструкций, но, чтобы успешно выбрать материал и метод, необходимо использовать системный подход [3].

Существующие методы по усилению колонн

На практике усиление колонн происходит несколькими способами, в которых используются различные материалы. Нужно понимать, что колонна в основном работает на сжатие и, как следствие, испытывает поперечные деформации. Значит, усиление необходимо проводить такими методами и материалами, которые могли бы разгрузить колонну, ограничить деформации, порядком улучшив работу конструкции.

Первый способ подразумевает использование металлических уголкового обоя с возможностью обжатия. Обоймы располагаются на ребрах колонны и соединяются между собой. Причем классическое соединение угловых профилей между собой выполняется в виде преднатяженных металлических пластин. Но возможно использование также и тяжелой из металлических шпилек, которые оказались намного эффективнее традиционного соединения. Это объясняется тем, что обойма воспринимает вертикальные сжимающие нагрузки и ограничивает сопутствующие поперечные деформации, которые, в свою очередь, воспринимают шпильки. В таком исполнении усиления колонны все элементы включаются в работу, а замена металлических пластин на шпильки экономически выгоднее [4]. К недостаткам относят подверженность металлических элементов коррозии, увеличение постоянной нагрузки на несущую конструкцию, сложность обеспечения хорошей связи материалов [5].

Следующий метод заключается в наращивании сечения колонны (превращение в трубокотонные). Данный метод был запатентован и реализован. Суть метода в том, что цилиндрическую трубу деформируют, преобразуя ее сечение в овальное (отношение большей оси к меньшей равно трем). Таким образом получают овальную обойму, которую затем разрезают вдоль. Ослабленную колонну заключают в обойму так, чтобы большая ось совпадала с плоскостью эксцентриситета сжимающей силы, затем герметично стягивают и через патрубки снизу-вверх бетонируют мелкозернистым бетоном. После схватывания бетона колонна работает, как единый стержень. Достоинства данного метода в том, что при изменении поперечного сечения с квадратного/прямоугольного на овальное (рис. 1), изменяются и геометрические характеристики (1), (2) – момент инерции I_x и момент сопротивления W_x относительно оси x более чем в 2–3 раза (ось x ориентирована вдоль короткой оси овального сечения).

Также этот метод выгодно использовать в промышленных зданиях, так как усиление колонн можно производить без остановки технологического процесса [6].

Для овального сечения:

$$I_x = \pi a^3 b / 64; W_x = \pi a^2 b / 32. \quad (1)$$

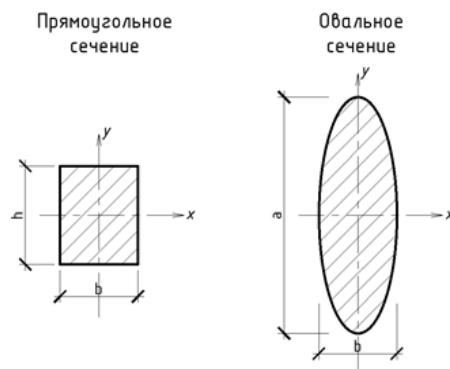


Рис. 1. Сечения колонн

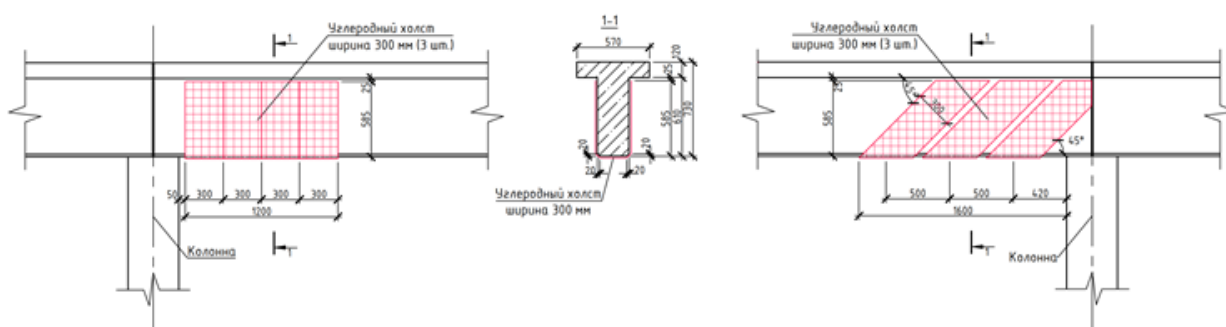


Рис. 2. Схемы усиления опорных частей балки углеродными лентами

Для прямоугольного сечения:

$$I_x = bh^3/12; W_x = bh^2/6. \quad (2)$$

Альтернативой к традиционным способам выступает усиление композиционными материалами (**КМФ**). КМФ, используемые в строительстве, можно разделить на: КМ на основе углеродных волокон (**КМФУ**), стекловолокон (**КМФС**), арамидных волокон (**КМФА**) [1]. Главный недостаток углеродных композиционных материалов – их высокая стоимость и особые температурные требования при монтаже (выше 50 °С), однако есть ряд существенных преимуществ: возможность использования любой длины, малый вес, удобство транспортировки, отличная усталостная стойкость, устойчивы к агрессивным средам [3].

Существующие методы по усилению изгибаемых элементов

Для усиления железобетонных балок и ригелей, которые работают на изгиб, необходимо подбирать такие методы, которые бы не только повышали несущую способность элемента, но и минимизировали такие деформации, как трещины – наклонные в приопорных местах и нормальные в середине пролета.

Так как бетон хорошо работает на сжатие, резервы в сжатой зоне можно обеспечить косвенным армированием, а в растянутой зоне компенсация возможна путем применения сталефибробетона. Такое усиление дает низкую деформативность и высокую прочность [7].

Также для усиления балок используют внешнее армирование в виде композитных материалов – углеродных лент. Причем возможно использование нескольких схем усиления на опорных частях балки: использование *U*-образных вертикальных хомутов в количестве четырех полос общей длиной 1 200 мм и использование наклонных хомутов в количестве трех полос длиной 1 600 мм в один слой. Важно отметить то, что балки должны иметь фаски или скругления на ребрах в нижней плоскости, чтобы не повредить ленты от заломов (рис. 2). При нагружении балок равномерно распределенной нагрузкой, было отмечено, что усиление *U*-образными хомутами повысило прочность на 135 %, а наклонными хомутами – на 95 % [8].

Выводы

Усиление железобетонных конструкций – это комплексная задача, для решения которой необходимо проанализировать работу усиливаемого элемента конструкции, знать методы усиления и применяемые при этом материалы, их физические и механические характеристики, также работу при напряженно-деформированном состоянии. Следует уделять внимание современным материалам, которые по своим свойствам определенно лучше классических в плане веса, пластичности, выносливости и агрессивного воздействия среды [9].

Литература

1. Агапов, А.А. Метод усиления железобетонных конструкций зданий и сооружений углеволокном / А.А. Агапов, Н.В. Фролов // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 300-летию Российской Академии наук. – 2022. – № 6. – Т. 1. – С. 13–17.
2. Jawaharlal, D. Comprehensive study on methods of strengthening of reinforced cement concrete structures / D. Jawaharlal, T. Felix Kala // International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET). – 2017. – Vol. 8. – Iss. 7. – P. 01–12.
3. Байдин, И.В. Методы усиления железобетонных конструкций на основе композитных материалов / И.В. Байдин, И.В. Соргутов // Вестник науки. – 2019. – № 6(15). – Т. 1. – С. 38–42.
4. Мосин, М.В. Оценка эффекта и эффективности усиления металлическими уголковыми обоймами усиления железобетонных колонн с возможностью обжатия / М.В. Мосин // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2017. – № 2(54). – С. 112–119.
5. Овчинников, Д.Э. Основные методы усиления железобетонных конструкций в промышленном и гражданском строительстве, их достоинства и недостатки / Д.Э. Овчинников // Молодой ученый. – 2021. – № 6(348). – С. 55–57.
6. Нежданов, К.К. Способ усиления железобетонных колонн / К.К. Нежданов, И.Н. Гарькин // Аллея науки. – 2017. – Т. 2. – № 14. – С. 337–341.
7. Ванус, Д.С. Напряженно-деформированное состояние фиброжелезобетонных изгибаемых элементов с поперечным армированием в сжатой зоне / Д.С. Ванус, Д.А. Иванова // Перспективы науки. – Тамбов : ТМБпринт. – 2021. – № 11(146) – С. 63–66.
8. Зуев, А.В. Применение композитных материалов в качестве системы внешнего армирования для усиления железобетонной балки в стесненных условиях / А.В. Зуев, О.А. Шутова // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. – 2021. –

T. 2. – С. 123–132.

9. Побудилина, А.А. Проектирование усиления железобетонных конструкций композитными материалами на основе углеволокна / А.А. Побудилина, Д.С. Ванус // Перспективы науки. – Тамбов : ТМБпринт. – 2021. – № 11(146) – С. 67–71.

References

1. Agapov, A.A. Metod usileniya zhelezobetonnykh konstruksij zdanij i sooruzhenij uglevoloknom / A.A. Agapov, N.V. Frolov // Mezhdunarodnaya nauchno-tehnicheskaya konferentsiya molodykh uchenykh BGTU im. V.G. SHukhova, posvyashchennaya 300-letiyu Rossijskoj Akademii nauk. – 2022. – № 6. – Т. 1. – С. 13–17.

3. Bajdin, I.V. Metody usileniya zhelezobetonnykh konstruksij na osnove kompozitnykh materialov / I.V. Bajdin, I.V. Sorgutov // Vestnik nauki. – 2019. – № 6(15). – Т. 1. – С. 38–42.

4. Mosin, M.V. Otsenka effekta i effektivnosti usileniya metallichesкими ugolkovymi obojmami usileniya zhelezobetonnykh kolonn s vozmozhnostyu obzhatiya / M.V. Mosin // Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo avtomobilno-dorozhnogo universiteta. – 2017. – № 2(54). – С. 112–119.

5. Ovchinnikov, D.E. Osnovnye metody usileniya zhelezobetonnykh konstruksij v promyshlennom i grazhdanskom stroitelstve, ikh dostoinstva i nedostatki / D.E. Ovchinnikov // Molodoy uchenyj. – 2021. – № 6(348). – С. 55–57.

6. Nezhdanov, K.K. Sposob usileniya zhelezobetonnykh kolonn / K.K. Nezhdanov, I.N. Garkin // Alleya nauki. – 2017. – Т. 2. – № 14. – С. 337–341.

7. Vanus, D.S. Napryazhenno-deformirovannoe sostoyanie fibrozhelezobetonnykh izgibaemykh elementov s poperechnym armirovaniem v szhatoy zone / D.S. Vanus, D.A. Ivanova // Perspektivy nauki. – Тамбов : ТМБпринт. – 2021. – № 11(146) – С. 63–66.

8. Zuev, A.V. Primenenie kompozitnykh materialov v kachestve sistemy vneshnego armirovaniya dlya usileniya zhelezobetonnoj balki v stesnennykh usloviyakh / A.V. Zuev, O.A. SHutova // Sovremennye tekhnologii v stroitelstve. Teoriya i praktika. – 2021. – Т. 2. – С. 123–132.

9. Pobudilina, A.A. Proektirovanie usileniya zhelezobetonnykh konstruksij kompozitnymi materialami na osnove uglevolokna / A.A. Pobudilina, D.S. Vanus // Perspektivy nauki. – Тамбов : ТМБпринт. – 2021. – № 11(146) – С. 67–71.

A Comprehensive Study of Methods of Strengthening of Reinforced Concrete Structures

D.S. Vanus, P.I. Shcherbakova, I.V. Melnikova

*National Research Moscow State University of Civil Engineering,
Moscow (Russia)*

Key words and phrases: reinforcement; external reinforcement; reinforced concrete; column; beam; metal clips; cross-section extension; carbon tapes.

Abstract. Many people know that the construction of buildings and structures is a rather complicated process. Often in a reinforced concrete building there is a need to strengthen structures. This is due either to the wear of the structure, or to reconstruction and technical

re-equipment, which lead to an increase in loads. To date, many ways of strengthening are already known. This article will review the existing methods and materials for strengthening columns and bendable elements, and will also reveal in which cases the use of which methods is the most effective.

The goals of the research are to determine the most effective methods and materials used to strengthen structures.

To achieve this goal, the following tasks were set:

- to study existing methods and materials for strengthening reinforced concrete structures and determine in which cases they are used;
- to analyze the results obtained in these studies;
- to draw appropriate conclusions.

The research methods are theoretical methods and analysis of scientific literature.

The scientific hypothesis is that there is a method and material that is the most cost-effective compared the solutions for strengthening reinforced concrete compressed and bendable structures.

The result of the study is the confirmation of the most effective method of strengthening of reinforced concrete structures.

© Д.С. Ванус, П.И. Щербакова, И.В. Мельникова, 2023

УДК 699.844.1

Автоматизация расчета шума в информационной модели здания

В.И. Дикая, М.И. Синченкина, С.В. Придвижкин,
Д.Б. Хусаинов

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
г. Екатеринбург (Россия)

Ключевые слова и фразы: акустический расчет; архитектура; информационная модель; источники шума; расчетная точка; уровень звука; шум.

Аннотация. В современном мире строительная отрасль активно развивается, а человечество заботят не только вопросы прочности, устойчивости и сохранения тепла, но также и вопросы комфорта человека внутри здания. Одним из показателей комфорта является уровень шума. В данной статье проанализированы программы автоматизации расчета шума, существующие на рынке сегодня, а также выявлены критерии, по которым составлена MVP-версия нового расчетного модуля.

Было выполнено несколько задач:

- исследование существующих программных комплексов для расчета шума;
- изучение нормативной базы для выполнения акустического расчета;
- формирование *CJM* (карта пути клиента);
- написание MVP-версии расчета шума на основе информационной модели.

Цель – разработка персонального компьютера (ПК), анализ полученных результатов и сравнение с ручным расчетом.

Была выдвинута гипотеза исследования: разработка нового программного комплекса расчета шума для информационной модели здания позволит выполнять точные расчеты и сократит время проектировщика.

Результаты: на основе *CJM* версии программного комплекса представлен краткий обзор возможностей расчета. Также описаны вид и процесс формирования отчета (с акцентом на графической части). Выделены преимущества использования программного комплекса «*FORMIT*», сформулированы цели дальнейшего развития данного проекта.

В современном мире строительная отрасль активно развивается. Человечество заботят вопросы прочности, устойчивости и сохранения тепла, а также вопросы комфорта человека внутри здания. Одним из показателей комфорта является уровень шума. Под термином «шум» понимают различные неприятные звуки, либо совокупность звуков, препятствующих восприятию полезных сигналов, нарушающих тишину, оказывающих неблагоприятное воздействие на организм человека в целом.

Данный проект рассматривает расчет шума как внешнего, так и внутреннего. Автоматизирует расчет, что позволит, имея только информационную модель здания, характеристики источников шума и расчетных точек, значительно экономить время.

Обзор существующих программных комплексов, представленный в работах [1–3], позволяет наиболее полно оценить все преимущества и недостатки существующих программных обеспечений (ПО).

Одним из важных аспектов расчета здания на шум является проектирование шумозащитных мероприятий. Основные принципы шумозащиты зданий представлены в работах [4–6]. Модель шумозащитных мероприятий, проанализированная на предмет наличия коллизий, интегрируется в единую информационную модель, формирование которой позволяет проектировщикам оперативно учитывать результаты, полученные в ходе разработки смежных разделов.

Описание проблем внедрения *BIM*, а также тонкостей проектирования инженерных систем, которые являются одним из основных источников шума в квартире, содержатся в исследованиях [7–10].

В ходе исследования был проведен анализ существующих ПО, выделены недостатки существующих продуктов. На рынке представлен большой выбор зарубежных программных продуктов, но отсутствие русификации является существенным минусом для работы с программой. Что касается отечественных ПО, то главным недостатком является отсутствие интеграции с ТИМ-сервисами. По результатам анализа был составлен список необходимых параметров для создаваемого продукта:

- разработка и оценка эффективности шумозащитных мероприятий в *web*-сервисе (рис. 1);
- расчет шумозащитных характеристик на основе ТИМ-модели;
- синхронизация ТИМ-модели с сервисом;
- многофункциональность, включающая выгрузку отчетов, и потенциальная интеграция с другими системами (рис. 2).



Рис. 1. Программный комплекс «FORMIT»

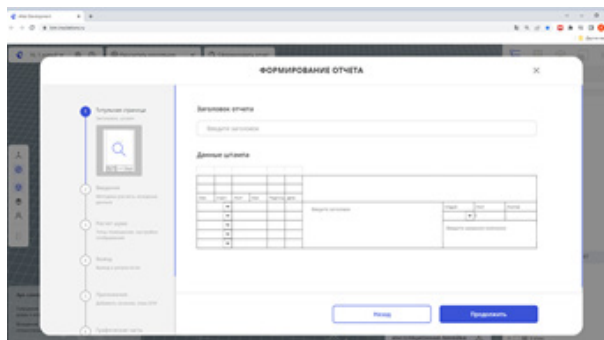


Рис. 2. Формирование отчета для экспертизы

Главная цель создаваемого продукта – это уменьшение трудозатрат проектировщика при выполнении акустического расчета. При этом необходимо сохранить участие человека в расчете для вывода финального отчета и сравнения полученных результатов. Была составлена карта пути пользователя (*СJM*), которая, в свою очередь, разделена на два этапа.

На первом этапе пользователю необходимо:

- выполнить разработку информационной модели здания;
- осуществить сбор данных об источниках шума;
- разместить расчетные точки;
- разместить источники шума и назначить им характеристики;
- определить препятствия распространения шума.

На втором этапе осуществляются:

- выбор источников шума и расчетных точек, которые в данный момент будут рассчитываться;
- настройка взаимосвязи между препятствиями и источниками шума (каждое препятствие «мешает» своему источнику шума);
- формирование первого отчета, анализ данных;
- выполнение повторного расчета (при необходимости).

В ходе исследования были сформулированы требования к новому программному комплексу для расчета как внешнего, так и внутреннего шума. Тестирование пробной версии расчетного модуля показало расхождение результатов расчета внешнего шума на 2 % с ручным расчетом, при этом сэкономленное время на расчет значительно снизилось, и минимальное расхождение полученных результатов внутреннего шума тоже. Также ПО помогло выявить ошибки, совершенные проектировщиком в ручной версии расчета.

Результатом работы программного модуля является отчет, содержащий подробный расчет с выводом всех формул и их числовыми значениями. Отчет по результатам расчета внутреннего шума представляет собой график оценочной кривой (рис. 3) и вывод таблицы для анализа пользователем зон неблагоприятных отклонений (рис. 4). Пользователю необходимо самостоятельно сравнить полученные показатели с допустимыми числовыми значениями. Программа сама не производит сравнение, для того чтобы пользователь мог включиться в ход расчета. Для внешнего шума, помимо рассчитанных числовых характеристик, выводятся разрезы через каждый источник шума и расчетную точку (рис. 5).

Таким образом, по итогу выполненной работы и анализа результатов можно сделать вывод о том, что автоматизация расчета шума обладает большим преимуществом, чем

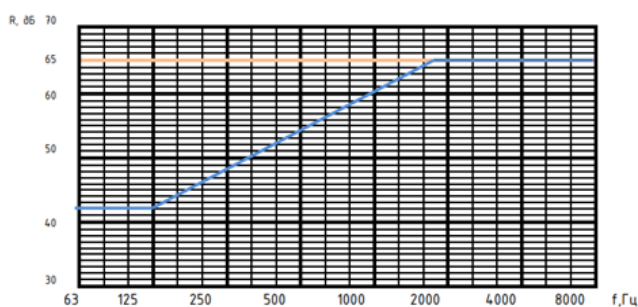


Рис. 3. График расчетной частотной характеристики со значениями графика оценочной кривой

Параметры	Среднегеометрическая частота 1/3-октавной полосы, Гц															
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Расчетная характеристика R, дБ	42	42	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	65	65
Оценочная кривая, дБ	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56
Неблагоприятные отклонения, дБ	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Рис. 4. Зоны неблагоприятных отклонений

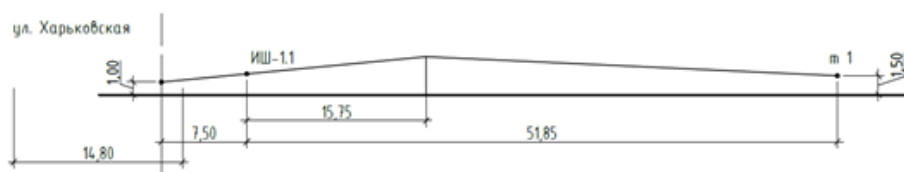


Рис. 5. Пример разреза

привычный ручной расчет.

Программный комплекс *FORMIT* позволяет сократить специалистам время для выполнения акустического расчета, помогает освободить специалистов от выполнения разрезов, а особенно это касается объектов с большим количеством различных источников шума.

На данном этапе программный комплекс *FORMIT* легко справляется с расчетом внутреннего шума: расчет звукоизоляции стен и перегородок, расчет ожидаемого уровня шума в помещениях, расположенных над инженерным оборудованием, расчет звукоизоляции конструкции междуэтажного перекрытия и т.д. Что касается расчета внешнего шума, на текущий момент программный комплекс выполняет упрощенную версию расчета, при которой требуется большая вовлеченность проектировщика в процесс расчета. Разработка и совершенствование программного комплекса *FORMIT* не закончена, конечной целью является минимизация участия человека за счет автоматизированной работы расчетного модуля.

В перспективе данная программа позволит выполнять не только расчет от точечных источников шума, но и от линейных, и от объемных. Следовательно, можно сделать предположение, что она будет востребована на рынке с учетом конкурентных преимуществ, описанных выше.

Литература/ References

1. Butorina M.V., Berndt A., Shal J. Noise control using the latest certified program for noise calculation SOUNDPLAN // Collection of reports of the All-Russian scientific and practical conference with international participation. 2015. S. 66-76. (In Russian)
2. Voskoboynikov Yu.E., Krysov D.A. Estimation of measurement noise characteristics in the «SIGNAL+NOISE» model // Automation and Program Engineering. 2018. No. 3 (25). pp. 54-61. (In Russian)

3. Glazunov V.I., Magid A.B., Akhmadieva E.R. Experience in the development of the «ECOLOG-NOISE» program // Chemistry and technology of fuels and oils. 2011. No. 2 (564). pp. 14-16. (In Russian)
4. Maltsev A.S., Nishina O.E. Traffic noise. noise protection // Youth science in the development of regions. 2021. Vol. 1. S. 281-282. (In Russian)
5. Korica S.Lj., Popovic K.D. Noise, sources of noise and its influence on the quality of work and living environment // Military Technical Courier. 2017. V. 65. No. 4. S. 1017-1026.
6. Sevostyanov M., Arzamastsev E.A. Studying traffic noise in the city of Tambov // In the collection: The world of science without borders. Materials of the 8th All-Russian scientific-practical conference of young scientists with international participation. Tambov, 2021, pp. 60-62.
7. Goepfel S.A. Protection of residential buildings from external noise sources by special noise-proof structures // Engineering Bulletin of the Don. 2021. No. 12 (84). pp. 382-39.
8. Bezgodov M.A., Bobrov I.A., Shenkman R.I. The use of computer simulation in determining the noise level in urban areas // Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Urbanistics. 2011. No. 3 (3). pp. 25-29. (In Russian)
9. Butorina M., Drozdova L., Kuklin D. Implementation of noise data into building information model for transport and industrial noise reduction // Akustika. 2019. V. 34. S. 9-14.
10. Sivkova, A. E., Pridvizhkin, S. V., Volkov, A. S., BIM and technologies 4.0 in construction // In: Prospects of Science. 2020, 7 (130), pp. 102-106 5 pp. (In Russian).

Automation of Noise Calculation in Building Information Model

V.I. Dikaya, M.I. Sinchenkina, S.V. Pridvizhkin, D.B. Khusainov

*Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,
Yekaterinburg (Russia);*

Key words and phrases: acoustic calculation; information model; architecture; noise; noise sources; design point; sound level.

Abstract. In the modern world, the construction industry is actively developing, and the humanity is concerned not only with the issues of strength, stability and heat preservation, but also with the comfort of a person inside the building. One measure of comfort is the noise level. This article analyzes the noise calculation automation programs that exist on the market today, and also identifies the criteria by which the MVP version of the new calculation module was compiled.

As part of the study, several tasks were set:

- to study of existing software systems for noise calculation;
- to study of the regulatory framework for performing acoustic calculations;
- to form of CJM (customer journey map);
- to write an MVP version of the noise calculation based on the information model.

The goals are the development of a PC, analysis of the results obtained and comparison with manual calculation.

The research hypothesis was put forward: the development of a new noise calculation software package for the building information model will allow accurate calculations and reduce the designer's time.

The results are as follows based on the CJM version of the software package, a brief overview of the calculation possibilities is presented. It also describes the type and process of generating a report, with an emphasis on the graphical part. The advantages of using the FORMIT software package are highlighted, the goals for the further development of this project are formulated.

© В.И. Дикая, М.И. Синченкина, С.В. Придвижкин, Д.Б. Хусаинов, 2023

УДК 721.021

Использование библиотеки ТИМ-компонентов для проектирования жилых многоквартирных домов (Корпорация «Атомстройкомплекс»)

Д.С. Крылов¹, С.В. Придвижкин¹, М.М. Карманова¹,
А.В. Сатылаев²

¹ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
г. Екатеринбург (Россия);

²АО «Корпорация «Атомстройкомплекс»,
г. Екатеринбург (Россия)

Ключевые слова и фразы: библиотека для проектирования; библиотека типовых блоков; жилое строительство; технологии информационного моделирования (ТИМ); цифровая информационная модель.

Аннотация. Целью исследования является анализ использования библиотеки ТИМ-компонентов типовых блоков при проектировании жилых зданий с использованием возможности ТИМ. Гипотеза исследования: применение библиотеки ТИМ-компонентов позволит сократить временной ресурс проектирования типовых жилых зданий. Применялись методы исследования: анализ, синтез и моделирование. В результате получен начальный набор компонентов библиотеки и определена практическая эффективность ее применения при проектировании.

Введение

В результате полноценного внедрения ТИМ [1] в рабочие процессы компании приходит время, когда стоит задумываться об унификации и ускорении реализации определенных этапов проектирования. Особенно это актуально, если речь идет об увеличении заказов на однотипные объекты строительства.

Например, корпорация «Атомстройкомплекс» выполняет проектирование и строительство школ, детских садов, больниц, общественных зданий, спортивных сооружений, реставрирует объекты культурного наследия, а также осуществляет проектирование и строительство многоквартирных жилых комплексов. Среди перечисленных как раз последние и можно назвать однотипными, так как в структуре таких объектов можно выделить одинаковые зоны, помещения и их элементы.

Проведение отбора и классификации таких общих объектов позволит сформировать библиотеку ТИМ-компонентов для проектирования. Объектом может быть как простой одиночный элемент, например, окно, так и целая группа, например, балконный блок или

лестнично-лифтовой узел.

Цель разработки такой библиотеки – упрощение и ускорение процесса проектирования основного вида объектов корпорации – квартальной жилой застройки. В перспективе использование библиотеки позволит снизить не только затраты на проектирование, но и предотвратить ошибки при выборе решения проектировщиком, которые могут привести к нарушениям технологичности строительно-монтажных работ или к неравномерной загрузке заводов.

При разработке библиотеки необходимо учитывать и нормативную базу – СП 328.1 325 800.2020 [2].

Отбор элементов здания для стандартизации, сбор исходных данных

На этапе разработки библиотеки были определены элементы здания, которые многократно используются в проектах, например, лестнично-лифтовые узлы (**ЛЛУ**), элементы теплового контура, окна и витражные конструкции, санузлы, а также осевые шаги.

При стандартизации элементов учитывались следующие принципы.

1. Осевые шаги были выбраны исходя из основного отделочного материала фасада (силикатного кирпича) и являются кратными размеру кирпича (2 860, 3 120, 3 380, 3 640, 3 900, 4 160), при этом середина вертикального кладочного шва (10 мм) должна совпадать с осью (либо с серединой кирпича при перевязке следующим рядом).

2. Лестнично-лифтовые узлы стандартизируются исходя из требований СП 54.13330.2016 [3], а, следовательно, необходимо как минимум по одному ЛЛУ на 1–4 лифта. На данный момент элементы и модели ЛЛУ в компании находятся в стадии разработки и утверждения, поэтому в качестве исходных данных были взяты модели ЛЛУ разделов архитектурных решений (**АР**), отопления воздуха (**ОВ**) и витражных конструкций (**ВК**) из ранее реализованного проекта.

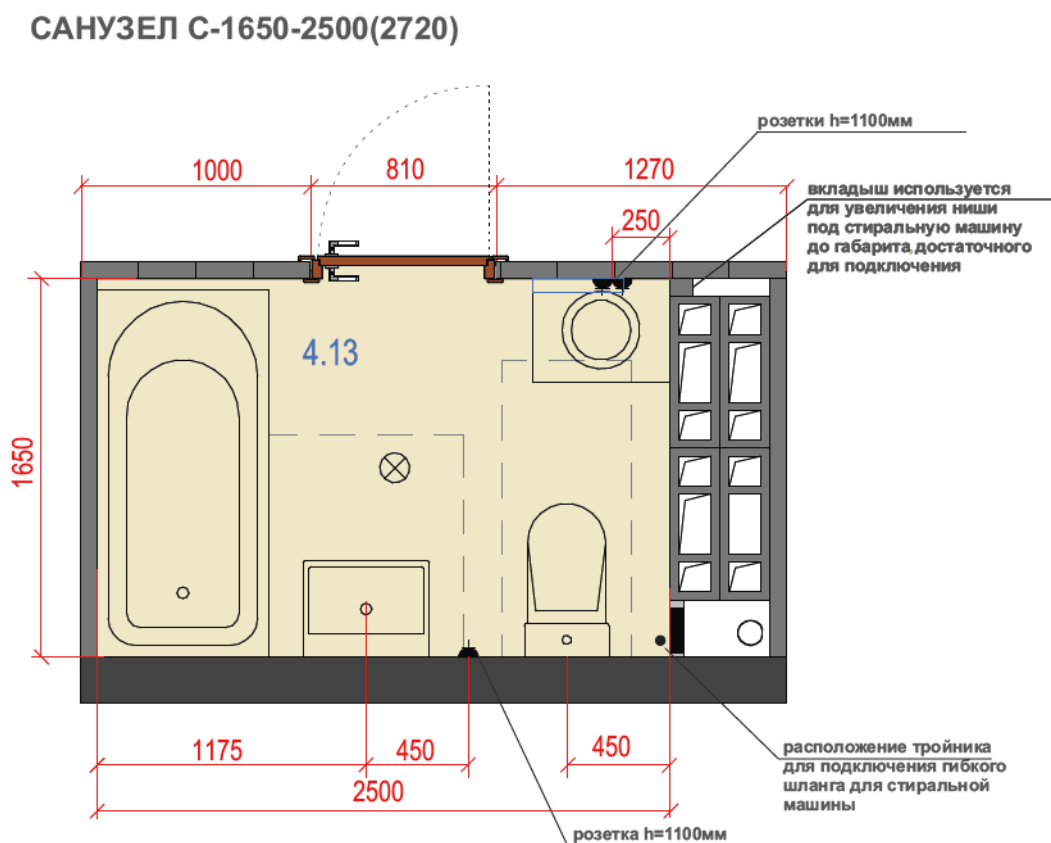
Элементы теплового контура стандартизировались исходя из основного вида наружных стен – двухслойной кладки. Первый слой – газобетон плотностью $D400$ и толщиной 400 мм производства Теплит, второй слой (отделочный) – силикатный кирпич толщиной 120 мм производства *Simat*. Каждые три ряда кладки блоков из газобетона (пять рядов из кирпича) слои перевязываются базальтовой сеткой (высоты элементов слоев подобраны).

Оконные конструкции также можно стандартизировать. При стандартной высоте этажа 2 900 мм была подобрана высота подоконной части стены 930 мм и высота окна 1 770 мм (перемычки над окном нет). Ширина подоконной части кратна размеру кирпича (в отделочном слое) и кратна размеру кирпича + две четверти ($65 + 65 = 130$ мм) в слое газобетона. Ширина окна также кратна размеру кирпича + две четверти. При этом к каждому осевому шагу привязана определенная ширина окна.

Для элементов лоджии на предприятии было стандартизировано остекление выхода на лоджию для типовых шагов осей.

Санузлы (**СУ**) стандартизировались исходя из типов (основной, гостевой, для студии и т.д.). В результате разработано решение для раздела АР для каждого типа СУ с учетом габаритных размеров и схемой расстановки приборов, расположения и количества вентиляционных блоков, габаритов и расположения двери.

На данный момент в корпорации разработаны альбомы: оконных конструкций, остекления выхода на лоджию, санузлов. Такие альбомы представлены в формате *pdf* и активно используются при работе с заказчиком на этапе разработки эскиза проекта. Фраг-

**Описание:**

Санузел для 1-комнатной квартиры. Глубина санузла определяется наличием ванны 1600 мм. Ширина определяется набором сантехники в ряд: ванна, раковина, унитаз. Размер 1000 мм со стороны ванны определяется размером, равным половине силикатной плиты, а также необходимым для достаточного размещения ванны шириной 750 мм и наличника двери. Размеры санузла указаны по внутренним габаритам.

Рис. 1. Фрагмент альбома стандартизованных СУ

мент альбома стандартизованных СУ представлен на рис. 1.

На основе альбомов разработана библиотека ТИМ-компонентов, каждый из которых представляет собой сгруппированную группу элементов. Фрагмент библиотеки с блоками лоджий представлен на рис. 2 и 3.

Исследование перед созданием библиотеки

Один из этапов разработки библиотеки – выполнение хронометражных замеров выполнения отдельных процессов проектирования. Это позволит осметить каждый процесс (как в человеко-часах, так и в стоимости).

На основе полученных данных можно создать градацию действий по степени сложности и норму времени для каждого процесса. Такой метод позволит определенные процессы поручать сотрудникам разных категорий, например, отрисовка плана типового этажа (техник-архитектор), создание индивидуальных узлов первого этажа, примыкание грунта к теплому алюминию (архитектор первой категории).

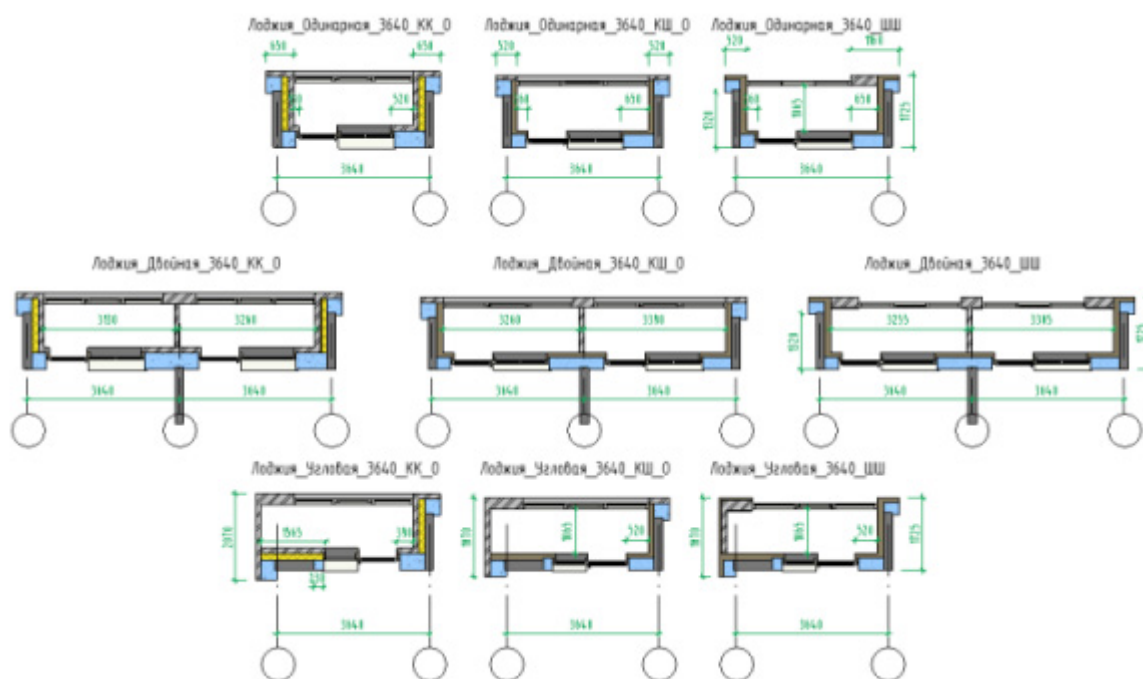


Рис. 2. Типовые блоки лоджий в плане

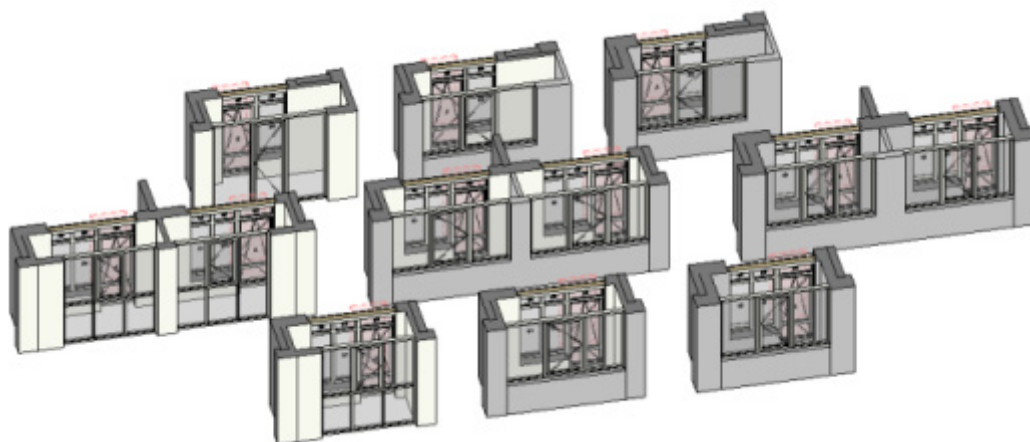


Рис. 3. 3D-вид типовых блоков лоджий

Благодаря этому заказчик сможет нанимать не целиком проектную организацию на выполнение всего объема работ, а определенных людей на выполнение точечных задач.

Результаты, полученные в ходе хронометражных замеров выполнения процессов по моделированию типового этажа (вокруг блока лестнично-лифтового узла) с применением библиотеки и без нее, представлены в табл. 1.

Возможно, что внедрение применения библиотек приведет к тому, что типовая модель здания со второго этажа до кровли может быть выполнена самим заказчиком, а индивидуальное проектирование будет полностью выполняться по техническому заданию сотрудниками компании.

Таблица 1. Полученные результаты эксперимента

№	Без использования библиотеки		С использованием библиотеки	
	Процесс	Время, мин	Процесс	Время, мин
1	Расстановка осей	36	Расстановка осей	36
2	Построение элементов каркаса здания	104	Построение элементов каркаса здания	104
3	Построение стен теплового контура	76	Размещение блоков лоджий	8
4	Размещение окон, балконных блоков (окно + дверь)	46	Построение недостающих стен теплового контура	18
5	Размещение витражей и ограждений на лоджиях	30	Размещение окон	23
6	Построение всех перегородок на этаже	137	Размещение блоков СУ (раздел АР)	27
7	Размещение всех дверей на этаже	23	Построение остальных перегородок (кроме СУ)	42
8			Размещение остальных дверей (кроме СУ)	14
ВСЕГО		452	ВСЕГО	272
Вне зачета СУ ВК				
1	Расстановка блоков СУ ВК		7 мин.	
2	Подключение СУ к коллекторам ЛЛУ		42 мин.	
ВСЕГО			49 мин.	

В табл. 2 представлены результаты сравнения применяемых способов проектирования.

Вывод

В результате эксперимента было установлено, что применение библиотеки ТИМ-компонентов является эффективной мерой, поскольку внедрение такого способа только для раздела АР должно ускорить процесс создания информационной модели почти на 40 % (без учета времени на проектирование ЛЛУ).

Библиотеку планируется применять на этапе проектирования. Таким образом, исполнитель, ссылаясь на выбранные решения заказчика, будет наполнять модель готовыми ТИМ-компонентами.

Стандартизация не означает 100 % типовое строительство, допускается корректировка по согласованию. Могут быть изменения по геометрии или необходимость моделирования более сложной архитектуры, в таком случае, например, 80 % будут типовыми элементами, а 20 % – индивидуальными, которые можно также проработать и добавить в библиотеку. В любом случае процесс проектирования будет выполняться быстрее и качественнее.

Для качественного применения данной методики, конечно, необходимо разработать методические рекомендации для проектировщиков по использованию библиотеки и наполнения ее новыми элементами. Типы и количество типовых ТИМ-компонентов планиру-

Таблица 2. Сравнение полученных результатов эксперимента

Способ	Разница	% от общего времени
Использование библиотеки лоджий	–103	–22,7
Использование библиотеки СУ	–77	–17
Итого	–180	–39,7

ется расширить.

Преимущества применения библиотеки

1. Скорость проектирования должна возрасти, поскольку до начала проектирования будет проведена серьезная подготовительная работа, которая заключается в стандартизации и подготовке библиотеки (наполнении файла *.rvt необходимыми для проекта блоками), а затем сразу же на этапе эскизного проекта будут использоваться компоненты многократной применимости (в том числе узлы).

2. Повышение качества проектирования благодаря тому, что почти все решения уже будут заложены на стадии концепции, а также большая часть узлов и плана уже решена, останется поставить ссылку на альбомы типовых объектов. Предполагается, что большие трудозатраты главного архитектора уже заложены в типовых блоках, альбоме стандартных узлов и, следовательно, в эскизном проекте, поэтому низкоквалифицированный архитектор не сможет отступить от стандарта предприятия или применить нерациональное решение какого-либо узла.

3. Снижение стоимости проектирования. Вложившись один раз в разработку индивидуальной библиотеки, заказчик в будущем будет платить лишь за те решения, которых пока нет в библиотеке. Также стоимость должна снизиться из-за того, что основную часть работы (проектирование модели здания со второго этажа и до кровли) будут выполнять люди низкой квалификации.

Литература

1. «Атомстройкомплекс» начал проектировать жилые дома в BIM [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://atomsk.ru/company/press/news/atomstroykompleks-nachal-proektirovat-zhilye-doma-v-bim>.

2. СП 328.1325800.2020. «Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационных моделей» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/117/SP-328.1325800.2020.pdf>.

3. СП 54.13330.2016 «СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/38c/sp-54.pdf>.

4. Сивкова, А.Э. BIM и технологии 4.0 в строительстве / А.Э. Сивкова, С.В. Придвижкин, А.С. Волков // Перспективы науки. – 2020. – № 7(130). – С. 102–106.

5. Автоматизация формирования спецификаций с помощью скрипта, разработанного в среде Dymato / М.Н.А. Мохамед, С.В. Придвижкин, М.М. Карманова, Е.А. Печеркина // Перспективы науки. – 2022. – № 5(152). – С. 82–87.

References

1. «Atomstroykompleks» nachal proyektirovat' zhilye doma v BIM [Electronic resource]. – Access mode : <https://atomsk.ru/company/press/news/atomstroykompleks-nachal-proektirovat-zhilye-doma-v-bim>.
2. SP 328.1325800.2020. «Informatsionnoye modelirovaniye v stroitel'stve. Pravila opisaniya komponentov informatsionnykh modeley» [Electronic resource]. – Access mode : <https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/117/SP-328.1325800.2020.pdf>.
3. SP 54.13330.2016 «SNiP 31-01-2003 Zdaniya zhilye mnogokvartirnyye» [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/38c/sp-54.pdf>.
4. Sivkova, A.E. BIM i tekhnologii 4.0 v stroitel'stve / A.E. Sivkova, S.V. Pridvizhkin, A.S. Volkov // Perspektivy nauki. – 2020. – № 7(130). – S. 102–106.
5. Avtomatizatsiya formirovaniya spetsifikatsiy s pomoshch'yu skripta, razrabotannogo v srede Dynamo / M.N.A. Mokhamed, S.V. Pridvizhkin, M.M. Karmanova, Ye.A. Pecherkina // Perspektivy nauki. – 2022. – № 5(152). – S. 82–87.

Using the Library of TIM-Components for Designing Residential Apartment Buildings (Atomstroykompleks Corporation)

D.S. Krylov, S.V. Pridvizhkin, M.M. Karmanova, A.V. Satylaev

*Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,
Yekaterinburg (Russia);
JSC "Atomstroykompleks Corporation", Yekaterinburg (Russia)*

Key words and phrases: information modeling technologies (TIM); digital information model; standard block library; residential building; modeling library.

Abstract. The aim of the study is to analyze the use of a library of TIM-components of typical blocks in the design of residential buildings, using the possibilities of information modeling technologies (TIM). The research hypothesis is as follows: the use of a library of TIM-components will reduce the time resource for designing typical residential buildings. Research methods were used: analysis, synthesis and modeling. As a result, an initial set of library components was obtained and the practical effectiveness of its application in design was determined.

© Д.С. Крылов, С.В. Придвижкин, М.М. Карманова, А.В. Сатылаев, 2023

УДК 69

Особенности расчета остаточного ресурса бетонных и железобетонных конструкций с использованием метода по длительной прочности

Ш.М. Мамедов, М.А. Гуриева, Д.И. Корольков,
А.В. Ковалевский

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет»,
г. Санкт-Петербург (Россия)

Ключевые слова и фразы: длительная прочность; железобетонные конструкции; коэффициент интенсивности снижения прочности; теоретическое значение прочности; *residual resource*.

Аннотация. Целью статьи является изучение особенностей расчета остаточного ресурса бетонных и железобетонных конструкций с использованием метода по длительной прочности. Задачами являются определение недостатков метода расчета остаточного ресурса по длительной прочности бетона, изучение влияния значения коэффициента α на вычисление величины остаточного ресурса, выявление значения остаточного ресурса от коэффициента α и сравнение полученных значений величины остаточного ресурса от коэффициента α в зависимости от выбранной схемы расчета коэффициента k_R . Гипотезой исследования является предположение о том, что остаточный ресурс сильно зависит от значения коэффициента α . Методами исследования являются анализ эмпирических данных, вычисление данных по формуле. Результатами являются представление метода расчета остаточного ресурса по длительной прочности и практическое изучение двух вариантов расчета: первый, когда коэффициент k_R переменчив во времени, второй – когда коэффициент k_R постоянен во времени.

Введение

Метод расчета остаточного ресурса по длительной прочности бетона является самым распространенным. Метод расчета остаточного ресурса по длительной прочности бетона основан на предположении о том, что прочность бетона со временем уменьшается, т.е. предполагается, что набора прочности (теоретический случай) нет. Тогда предельного

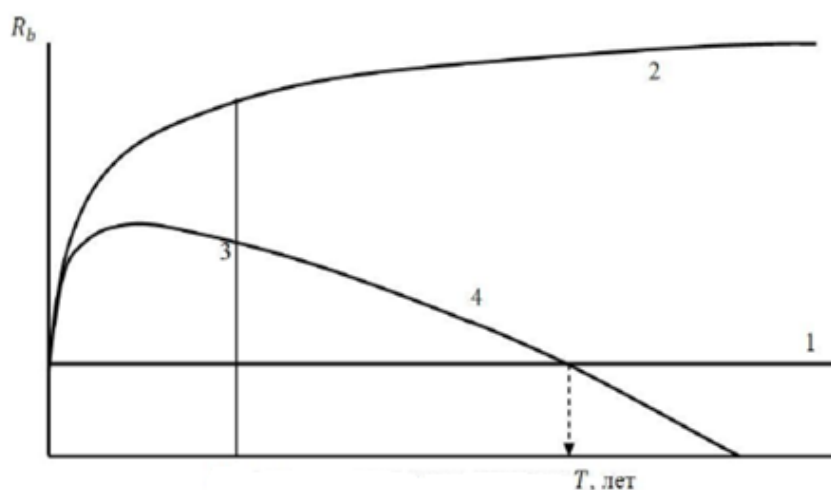


Рис. 1. Определение продолжительности эксплуатации железобетонной конструкции по длительной прочности бетона: 1 – проектная прочность бетона конструкции; 2 – теоретическая кривая набора прочности бетона в условиях нормальной влажности; 3 – прочность бетона, соответствующая моменту проведения обследования; 4 – прогнозируемое изменение прочности бетона в реальных условиях

состояния железобетонные конструкции достигнут в момент, когда длительная прочность сравняется с проектной. Наглядно это можно продемонстрировать на графике (рис. 1).

Данный метод имеет ряд недостатков (ограничений).

Применим только к конструкциям, работающим в агрессивных и влажных условиях эксплуатации. Для конструкций, которые работают в нормальных условиях эксплуатации (для них характерна кривая 2 рис. 1), этот метод применять нельзя.

Точность данного метода сильно зависит от того, каким способом определена прочность материала. Наибольшая точность будет достигаться при определении прочности испытанием на прессе.

Не учитывает отказы по общим причинам (спонтанные отказы конструкции). Здесь подразумевается не учет структурных изменений (например, хрупкости), которые не влияют на состояние конструкции при нормальных условиях эксплуатации, но могут привести к моментальному или значительному разрушению при сложении нескольких неблагоприятных факторов одновременно.

Методы

Длительная прочность бетона определяется по формуле:

$$R(t) = R_{\text{теор}} - k_R(t - t_0), \quad (1)$$

где t – срок эксплуатации бетонных и железобетонных конструкций; t_0 – начальный период времени, от которого ведется расчет продолжительности срока эксплуатации бетонных и железобетонных конструкций; k_R – коэффициент интенсивности снижения прочности бетона вследствие деструктивных процессов, которое определяется по формуле:

$$k_R = (R_{\text{теор}} - R_{\text{фак}})/t_{\text{экс}} \quad (2)$$

В случае если при обследовании интенсивность снижения прочности не выявлена, значения k_R допускается принимать следующими:

- $k_R = 4$ при переменном замораживании, оттаивании и воздействии водной среды или воздействии температуры 120–200 °С (до 30 лет);
- $k_R = 1,5$ при воздействии температуры, не превышающей 120 °С при $t > 30$ лет;
- $R_{\text{фак}}$ – значение прочности бетона, определенное при обследовании;
- $R_{\text{теор}}$ – теоретическое повышение прочности бетона во времени в идеальных условиях эксплуатации, определяемое по формуле:

$$R_{\text{теор}} = R_{\text{проект}}(1 + \alpha t); \quad (3)$$

- $R_{\text{проект}}$ – проектное значение прочности;
- $t_{\text{экс}}$ – продолжительность эксплуатации сооружения до проведения обследования;
- α – коэффициент, характеризующий интенсивность прироста прочности бетона со временем и зависящий от состава бетонной смеси, условий хранения образцов и других факторов.

Значение коэффициента α при прочих равных условиях (вид, марка и расход цемента, В/Ц и др.) в первую очередь зависит от температурно-влажностных условий, при которых находится бетон в период строительства и эксплуатации сооружения.

Его значение может достигать:

- при нахождении в воде или во влажной среде с влажностью не менее 80 % 0,4;
- при нахождении в воздушно-сухой среде с влажностью не менее 70/80 % 0,3;
- при нахождении в воздушно-сухой среде с влажностью не менее 50/70 % 0,2;
- при нахождении в воздушно-сухой среде с повышенной температурой и влажностью менее 50 % – 0,0 + 0,2.

При умеренных параметрах, определяющих изменение прочности со временем ($\alpha \sim 0,2$; $k_R \sim 1,0$ кг/(см²*год)), прочность бетона не снижается по сравнению с первоначальной марочной прочностью.

Расчет ведется до тех пор, пока значение длительной прочности бетона не будет ниже проектной:

$$R(t) \leq R_{\text{проект}} \quad (4)$$

Отсюда остаточный ресурс будет равен:

$$T_{\text{ост}} = t - t_{\text{экс}} \quad (5)$$

Результаты и обсуждения

Исследуем, как влияет значение коэффициента α на вычисление величины остаточного ресурса.

Пусть по результатам инструментального обследования определена прочность железобетонной стены, которая оказалась равной $R_{\text{фак}} = 35,6$ МПа. По результатам изучения проектной документации установлено, что проектное значение прочности равно $R_{\text{проект}} =$

Таблица 1. Значения остаточного ресурса от коэффициента α
(по первому варианту)

Коэффициент α	Остаточный ресурс	Коэффициент α	Остаточный ресурс
0,21	5 589	0,61	84
0,22	3 894	0,62	82
0,23	2 821	0,63	79
0,24	2 115	0,64	77
0,25	1 633	0,65	75
0,26	1 294	0,66	73
0,27	1 050	0,67	71
0,28	868	0,68	69
0,29	732	0,69	68
0,3	626	0,7	66
0,31	543	0,71	64
0,32	476	0,72	63
0,33	424	0,73	62
0,34	380	0,74	60
0,35	343	0,75	59
0,36	311	0,76	58
0,37	285	0,77	56
0,38	262	0,78	55
0,39	242	0,79	54
0,4	225	0,8	53
0,41	210	0,81	52
0,42	197	0,82	51
0,43	185	0,83	50
0,44	174	0,84	49
0,45	164	0,85	48
0,46	154	0,86	48
0,47	146	0,87	47
0,48	139	0,88	46
0,49	133	0,89	45
0,5	127	0,9	44
0,51	121	0,91	44
0,52	116	0,92	43
0,53	112	0,93	42
0,54	107	0,94	42
0,55	103	0,95	41

0,56	100	0,96	41
0,57	96	0,97	40
0,58	93	0,98	39
0,59	90	0,99	38
0,6	87	1	37

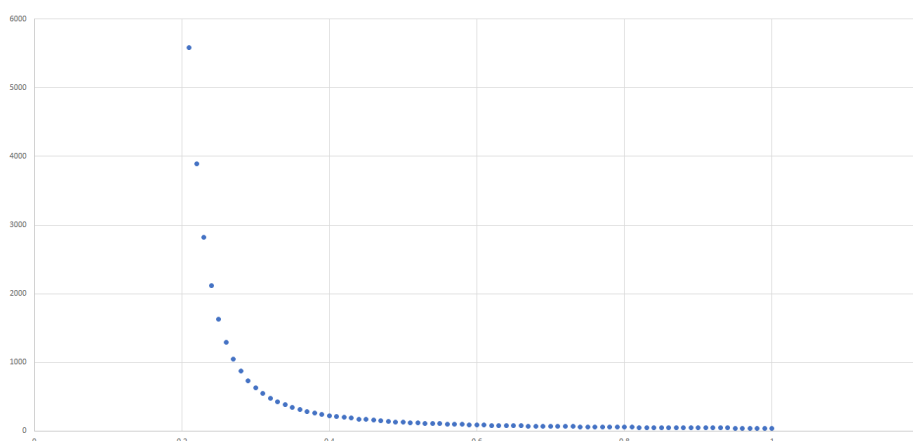


Рис. 2. Зависимость величины остаточного ресурса от коэффициента α (по первому варианту)

20 МПа. Объект эксплуатируется в течение 56 лет.

Проведем расчет остаточного ресурса со значением коэффициента α в пределах от 0,21 до 1. Шаг изменения коэффициента α будет 0,01.

Рассмотрим два варианта.

Первый: коэффициент k_R переменчив во времени. Это происходит за счет изменения во времени теоретического значения прочности во времени.

Второй: коэффициент k_R постоянен во времени. Вычисляется теоретическое значение на момент обследования и принимается на весь дальнейший срок эксплуатации.

Сначала рассмотрим первый вариант.

Результаты расчета остаточного ресурса в зависимости принятого коэффициента α приведены в табл. 1.

Графически результат представлен на рис. 2.

Как показали расчеты, принятое значение коэффициента α очень сильно влияет на конечный остаточный ресурс. Эта зависимость описывается степенным уравнением вида:

$$T_{\text{ост}} = A_1 \alpha^{B_1}, \quad (6)$$

где A_1 и B_1 – коэффициенты уравнения регрессии.

Данное уравнение не позволяет вычислить остаточный ресурс, оно лишь показывает зависимость расчетной величины остаточного ресурса от выбранного коэффициента α .

Как видно, уже в интервале (0,5/0,41) при незначительном отличии в назначенной величине коэффициента α разными специалистами в рамках установленных границ разброс величины остаточного ресурса достаточно большой. И такой разброс становится все

Таблица 2. Значения остаточного ресурса от коэффициента α
(по второму варианту)

Коэффициент α	Остаточный ресурс	Коэффициент α	Остаточный ресурс
0,45	≥10 000	0,73	132
0,46	3 760	0,74	128
0,47	2 044	0,75	123
0,48	1 380	0,76	119
0,49	1 032	0,77	115
0,5	820	0,78	112
0,51	678	0,79	108
0,52	576	0,8	105
0,53	500	0,81	102
0,54	442	0,82	99
0,55	395	0,83	96
0,56	357	0,84	94
0,57	325	0,85	91
0,58	298	0,86	89
0,59	276	0,87	87
0,6	256	0,88	85
0,61	239	0,89	83
0,62	224	0,9	81
0,63	211	0,91	79
0,64	199	0,92	77
0,65	188	0,93	76
0,66	179	0,94	74
0,67	170	0,95	73
0,68	162	0,96	71
0,69	155	0,97	70
0,7	149	0,98	68
0,71	142	0,99	67
0,72	137	1	66

больше при уменьшении данного коэффициента. Поэтому очень важно точно назначить этот коэффициент.

Повторим данный расчет по второму варианту. Результаты расчета остаточного ресурса, в зависимости принятого коэффициента α , приведены в табл. 2.

Как видно из данного расчета, характер зависимости остаточного ресурса от коэффициента α такой же, как и для предыдущего расчета, и также описывается степенным уравнением (уравнение (4)).

Графически результат представлен на рис. 3.

Как видно из анализа двух возможных вариантов, влияние выбора варианта расчета

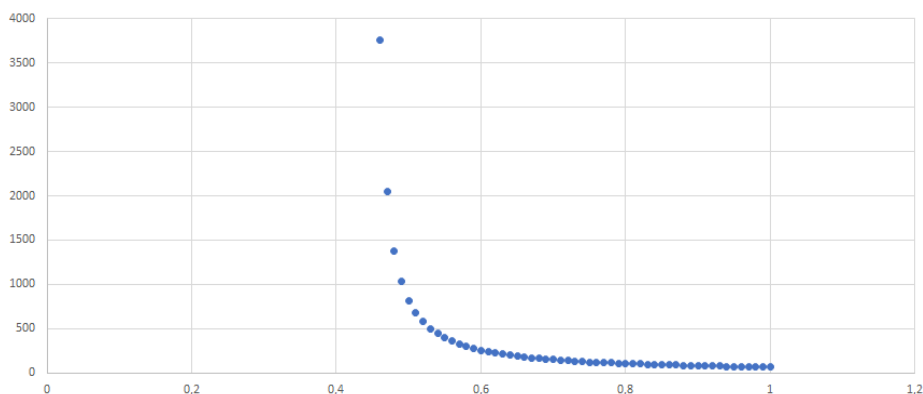


Рис. 3. Зависимость величины остаточного ресурса от коэффициента α (по второму варианту)

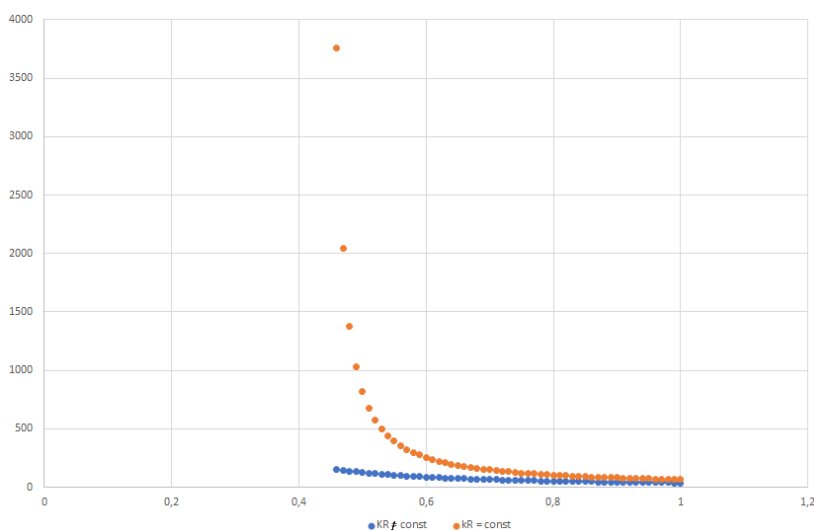


Рис. 4. Сравнение полученных значений величины остаточного ресурса от коэффициента α в зависимости от выбранной схемы расчета коэффициента k_R (синий цвет – первый вариант; оранжевый цвет – второй вариант)

коэффициента k_R очень велико. Причем при стремлении коэффициента α к нулю эта разница становится очень велика (рис. 4). Особенно велика эта разница становится при значении коэффициента α меньше 0,5.

Выводы

На основании проведенного исследования можно сделать вывод о том, что применение данного метода требует правильного назначения коэффициента α . Это, в свою очередь, требует проведения систематизации уже имеющихся результатов и дополнительных экспериментальных исследований. Также необходимо четко прописать, по какой схеме рассчитывается коэффициент k_R , поскольку, как показало исследование, величина остаточного ресурса зависит от того, по какой схеме считается коэффициент k_R . В существующих нормативных документах, пособиях, монографиях или других научных работах это не

прописано.

В заключение хочется отметить, что для повышения достоверности полученных результатов необходимо рассчитывать остаточный ресурс по другим методам.

Литература/References

1. Erokhina, O.O. Analysis of publications about the methods of static friction definition for bulk material / O.O. Erokhina // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Novosibirsk. – Novosibirsk : Institute of Physics Publishing. – 2019. – Vol. 560. – P. 012014.
2. Braila, N.V. Results of technical inspection monitoring of the operation object / N.V. Braila, L.F. Khazieva, A.A. Staritsyna // Magazine of Civil Engineering. – 2017. – No. 6(74). – P. 70–77.
3. The method of calculation for the period of checking utility systems / V.S. Soldatenko, V.A. Smagin, Y.N. Gusenitsa [et al.] // Magazine of Civil Engineering. – 2017. – No. 2(70). – P. 72–83.
4. Volkov, M. Existing Models Residual Life Assessment of Structures and Their Comparative Analysis / M. Volkov, A. Kibkalo, A. Vodolagina, V. Murgul // In Procedia Engineering. – 2016. – No 165. – P. 1801–1805.
5. Strength Test of High-precision Tunnel Lining Blocks / M. Gravit, E. Nedviga, O. Nedryshkin [et al.] // 15th International scientific conference “Underground Urbanisation as a Prerequisite for Sustainable Development”. – St.Petersburg : Elsevier Ltd, 2016. – P. 1658–1666.
6. Gravit, M. Fire resistance of prefabricated monolithic slab / M. Gravit, E. Nedviga, N. Vinogradova, Z. Teplova // International Science Conference SPbWOSCE-2016 «SMART City». MATEC Web of Conferences, 2017.
7. Gravit, M. Quality control of fireproof coatings for reinforced concrete structures / M. Gravit, I. Dmitriev, A. Ishkov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Khabarovsk, 10–13 апреля 2017 года. Vol. 90. – Khabarovsk: Institute of Physics Publishing, 2017. – P. 012226.
8. Estimating the residual operating life of wooden structures in high humidity conditions / A. Chernykh, D. Korolkov, D. Nizhegorodtsev [et al.] // Architecture and Engineering. – 2020. – Vol. 5. – No. 1. – P. 10–19.
9. Korolkov, D. Method for Determining the Residual Resource of Building Structures by the Terms of Their Operation / D. Korolkov, A. Chernykh, M. Gravit // Proceedings of ECEE 2019 : Energy, Environmental and Construction Engineering, St. Petersburg, Russia. – Cham : Springer, 2020. – P. 389–402.

Features of Calculating the Residual Life of Concrete and Reinforced Concrete Structures Using the Method of Long-Term Strength

Sh.M. Mamedov, M.A. Gurieva, D.I. Korolkov, A.V. Kovalevsky

*St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
St. Petersburg (Russia)*

Key words and phrases: reinforced concrete structures; residual resource; long-term strength; strength reduction intensity coefficient; theoretical strength value.

Abstract. The purpose of the article is to study the features of calculating the residual life of concrete and reinforced concrete structures using the method of long-term strength. The tasks are to determine the shortcomings of the method of calculating the residual resource for the long-term strength of concrete, to study the influence of the coefficient α value on the calculation of the residual resource value, to identify the value of the residual resource from the coefficient α and to compare the obtained values of the residual resource value from the coefficient α , depending on the chosen scheme for calculating the coefficient k_R . The hypothesis of the study is the assumption that the residual resource strongly depends on the value of the coefficient α . The research methods are the analysis of empirical data, the calculation of data by the formula. The results are the presentation of the method for calculating the residual resource for long-term strength and the practical study of two calculation options: the first one is when the coefficient k_R is variable in time, the second one is when the coefficient k_R is constant in time.

© Ш.М. Мамедов, М.А. Гуриева, Д.И. Корольков, А.В. Ковалевский, 2023

УДК 621.313.333

Construction of Vector Diagrams of the Traction Valve Engine of the Hybrid Car Power Plant

S.A. Serikov, V.P. Kuzmenko, E.A. Serikova

*St. Petersburg State University of Aerospace
Instrumentation, St. Petersburg (Russia)*

Key words and phrases: valve motor; traction electric drive; optimal control; mathematical model.

Abstract. The objective of this study was to analyze the characteristics of a valve motor in the context of a hybrid car power plant, with the aim of improving the optimal control of the stator current vector and maximizing the electromagnetic torque per unit of current consumed. The study utilized a combination of theoretical analysis, computer modeling, and experimental measurements to achieve its objectives. A mathematical model and vector diagrams of the valve motor were developed to predict its performance under different operating conditions. The study found that optimal control of the stator current vector can significantly enhance the performance of a traction valve motor, resulting in increased output torque and decreased current consumption. These findings have significant implications for the design and operation of hybrid automotive power plants, as they offer a foundation for improving their efficiency and minimizing environmental impacts.

Introduction

Hybrid cars have become increasingly popular in recent years due to their ability to combine the advantages of electric and internal combustion engines. The power plant of a hybrid car usually consists of an internal combustion engine and an electric motor that work together to drive the car. At the same time, a valve engine (VD) is often used as an auxiliary engine in the hybrid power plant (HPP). The VD is a system of an adjustable electric drive consisting of an alternating current electric motor structurally similar to a synchronous machine, a valve converter (VC) and a control device that provides switching of the circuits of the stator windings depending on the angular position of the rotor.

When designing new hybrid vehicles (HV), a complex problem arises of scientific substantiation of the basic parameters and characteristics of the HPP. However, a comparative analysis of various design solutions is not possible without optimizing the control algorithms of both the HPP as a whole and its constituent individual units. This work is devoted to the study of the control law of the VD as part of the HPP, which provides a minimum current consumption

at a given load.

Problem statement

We can use the coordinate system (d, q) associated with the rotor of the electric machine, which is stationary relative to it and assume that the axis aligns with the axis of the rotor magnetic flux. Using this coordinate system, we can express the equations for the electromagnetic processes of the electric machine in a scalar form as:

$$\begin{cases} u_d = R_1 \cdot i_d + \frac{d\psi_d}{dt} - p_p \cdot \omega \cdot \psi_q \\ \psi_d = L_{1d} \cdot i_d + \psi_{mag} \\ u_q = R_1 \cdot i_q + \frac{d\psi_q}{dt} + p_p \cdot \omega \cdot \psi_d \\ \psi_q = L_{1q} \cdot i_q \end{cases},$$

where u_d , u_q , i_d , i_q , ψ_d , ψ_q are projections of the stator voltage and flow coupling vectors on the axis of the rotating coordinate system; L_{1d} and L_{1q} are total inductance of the stator windings along the longitudinal and transverse axes; R_1 is the active resistance of phase windings; ψ_{mag} is the vector of flow coupling of the stator relative to the magnetic flux of the rotor; p_p is the number of pole pairs; ω is the angular rotation speed of the rotor.

The power consumed by VD from the network, which is the sum of the instantaneous powers of the stator phases, is determined by the expression:

$$P_{pr} = \frac{3}{2}(u_d \cdot i_d + u_q \cdot i_q) = \frac{3}{2} \left(R_1 \cdot (i_d^2 + i_q^2) + \frac{d\psi_d}{dt} \cdot i_d + \frac{d\psi_q}{dt} \cdot i_q + p_p \cdot \omega \cdot (\psi_d \cdot i_q - \psi_q \cdot i_d) \right).$$

The moment of rotation of the VD can be expressed in terms of electromagnetic power and angular velocity of rotation of the rotor:

$$M_{VD} = \frac{P_{EM}}{\omega} = \frac{3}{2} \cdot p_p \cdot (\psi_d \cdot i_q - \psi_q \cdot i_d) = \frac{3}{2} \cdot p_p \cdot (\psi_{mag} + i_d \cdot (L_{1d} - L_{1q})) \cdot i_q.$$

The current component i_q is solely responsible for determining the electromagnetic torque of the motor if $L_{1d} = L_{1q}$. Therefore, the optimal operating mode of the VD is the one that yields = 0, which minimizes the current i_d consumption at a given load.

However, if the electric machine has non-uniform pole distribution, the stator winding inductance in the longitudinal and transverse axes will be different. As a result, the electric machine's torque will depend on both current components, and the stator current vector's magnitude (i.e., the total current consumed by the electric machine) can be calculated as:

$$I_m = \sqrt{i_d^2 + i_q^2} = \sqrt{i_d^2 + \left(\frac{2 \cdot M_{VD}}{3 \cdot p_p} \right)^2 \cdot \frac{1}{(\psi_{mag} + i_d \cdot (L_{1d} - L_{1q}))^2}}.$$

The values of the components i_q and i_d providing the minimum current consumption of the VD at a given load can be obtained from the condition:

$$\begin{cases} i_d = \arg \min_{i_d \in [-I_{\max}, 0]} (I_m(i_d, M_{VD})) \\ i_q = \sqrt{\left(\min_{i_d \in [-I_{\max}, 0]} (I_m(i_d, M_{VD})) \right)^2 - i_d^2} = M_{VD} = const. \end{cases}$$

If it is assumed that the VD's allowable range of operation is constrained by the following relationships:

$$\sqrt{i_d^2 + i_q^2} \leq I_{\max}; \sqrt{u_d^2 + u_q^2} \leq U_{\max},$$

where I_{\max} is the maximum allowable phase current due to the features of the VP or thermal limitations; U_{\max} is the maximum allowable phase voltage where $U_{\max} = U_{DC}/\sqrt{3}$; U_{DC} is the constant voltage of the traction on-board network.

By using the static model of the electric machine within the allowable range of operation, we can derive the following equation of electrical equilibrium:

$$U_m^2 = (R_1 \cdot i_d - p_p \cdot \omega \cdot L_{1q} \cdot i_q)^2 + (R_1 \cdot i_q + p_p \cdot \omega \cdot L_{1d} \cdot i_d + p_p \cdot \omega \cdot \psi_{mag})^2,$$

where $U_m = \sqrt{u_d^2 + u_q^2}$ is the modulus of the phase voltage vector of VD.

By solving this equation with respect to the given parameters and, we can determine the ratio that connects the longitudinal and transverse components of the current:

$$\begin{aligned} i_d &= \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}, \text{ where } a = R_1^2 + (\omega_e \cdot L_{1d})^2; \\ b &= 2 \cdot \omega_e \cdot (\omega_e \cdot L_{1d} \cdot \psi_{mag} + (L_{1d} - L_{1q}) \cdot R_1 \cdot i_q); \\ c &= (R_1^2 + (\omega_e \cdot L_{1q})^2) \cdot i_q^2 + 2 \cdot R_1 \cdot \omega_e \cdot \psi_{mag} \cdot i_q + (\omega_e \cdot \psi_{mag})^2 - U_m^2; \\ \omega_e &= p_p \cdot \omega. \end{aligned}$$

Furthermore, it should be noted that achieving sufficiently high rotor speeds is not possible with an optimal ratio of the longitudinal and transverse components of the stator current and a limited supply voltage of the electric machine. At high speeds ω_e , the rotational EMF $E = \omega_e \psi_{mag}$ reaches a value close to the maximum stator voltage U_{\max} possible, resulting in current limitation:

Directly regulating the rotor flux of an electric machine through SDPM is impractical. Therefore, to expand the range of operating speeds and enhance the dynamic characteristics of the electric machine, the "field weakening" mode is utilized. This mode involves increasing the negative component of the current vector along the axis when operating at high speeds. Using the equations previously presented for the electromagnetic processes of the static electric machine mode, a vector diagram can be constructed, as shown in Figure 1(a). To activate the braking mode ($M_{VD} \in [-M_{VD\max}, 0]$), the VP control algorithm must be altered so that the resulting vector of the stator's magnetizing force lags behind the vector of the rotor's magnetic flux. The resulting vector diagram of the electric machine in this mode will take the form depicted in Figure 1(b).

These diagrams illustrate that the inclusion of the term with a negative value of current

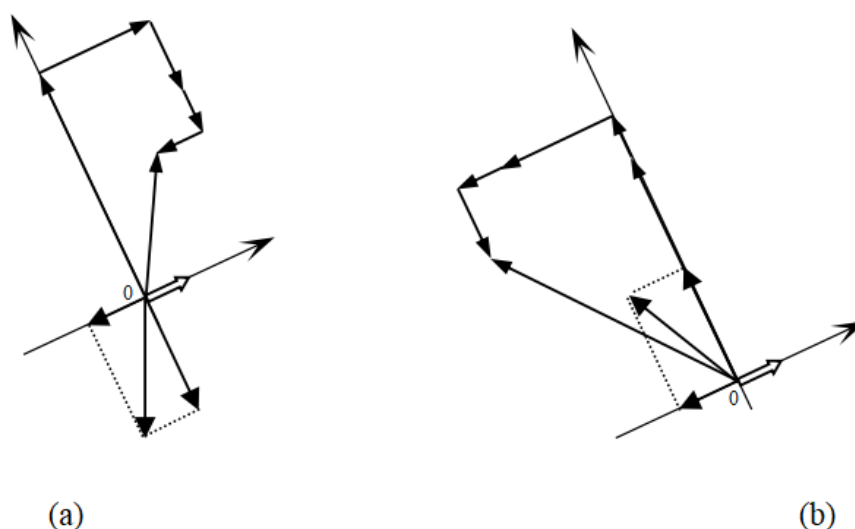


Fig. 1. Vector diagrams of a valve motor constructed according to the described equations, where (a) static mode, (b) braking mode

causes a reduction in voltage at the same level of rotational EMF. Although this control method increases the total stator current for a given load torque, it is apparent that implementing the field weakening mode can significantly enhance the dynamic characteristics of the electric machine. The proportion of the longitudinal and transverse current components that produces the highest resistance torque per unit of load current can be derived from the equation $dl_m/di_d = 0$ for the overall stator current with the restriction of positive values and a negative field weakening parameter M_{VD} .

Conclusion

This study focused on investigating the relationship between the traction-speed mode of the VD and the components of the stator current vector that provide the maximum electromagnetic moment per unit of current. The obtained results can be utilized to create and evaluate different algorithms for controlling the stator current vector and determining the optimal approach for maximizing the electromagnetic moment.

Литература/References

1. Amirfarhangi, S. Fuel-Optimal Energy Management Strategy for a Power-Split Powertrain via Convex Optimization / S. Amirfarhangi Bonab, A. Emadi // IEEE Access. – 2020. – Vol. 8. – P. 30854–30862.
2. Wijkniet, J. Modified Computational Design Synthesis Using Simulation-Based Evaluation and Constraint Consistency for Vehicle Powertrain Systems / J. Wijkniet and T. Hofman // IEEE Transactions on Vehicular Technology. – 2018. – Vol. 67. – No. 9. – P. 8065–8076.
3. Serikov, S.A. Synthesis of optimal control of a hybrid power plant / S.A. Serikov // Problems of control and informatics. – 2009. – No. 2. – P. 37–47.
4. Bernatt, J. Electric motors with permanent magnets with two-zone rotational speed control / J. Bernatt, T. Glinka, M. Jakubiec, E. Krol, R. Rossa // 2007 International Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics. – Bodrum, 2007. – P. 653–658.

5. Tran, X. Control design for axial flux permanent magnet synchronous motor which operates above the nominal speed / X. Tran, N. Nguyen, Q. Duong // *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*. – 2017. – Vol. 2. – No. 3. – P. 153–159.

6. Serikov, S.A. Identification of the mathematical model of the transmission of a car with a traction valve electric motor / S.A. Serikov, V.P. Kuzmenko, E. A. Serikova // *Components of Scientific and Technological Progress*. – 2022. – № 12(78). – P. 5–8.

7. Wallmark, O. On control of permanent-magnet synchronous motors in hybrid-electric vehicle applications. Technical reports at the school of electrical engineering / O. Wallmark // Department of electric power engineering. – Sweden : Chalmers university of technology, 2004. – 115 p.

Построение векторных диаграмм тягового вентильного двигателя силовой установки гибридного автомобиля

С.А. Сериков, В.П. Кузьменко, Е.А. Серикова

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург (Россия)

Ключевые слова и фразы: вентильный двигатель; оптимальное управление; математическая модель; тяговый электропривод.

Аннотация. В данном исследовании произведен анализ характеристик вентильного двигателя в контексте силовой установки гибридного автомобиля с целью повышения характеристик оптимального управления вектором тока статора и максимизации электромагнитного момента на единицу потребляемого тока, поскольку это ключевой фактор, определяющий общую эффективность и эксплуатационные характеристики электродвигателя. Для достижения поставленной цели в работе использовались комбинации методов теоретического анализа, компьютерного моделирования и анализа экспериментальных измерений. В работе приведена разработка математической модели и векторных диаграмм вентильного двигателя, что позволяет прогнозировать его производительность при различных условиях эксплуатации, результаты показывают, что оптимальное управление вектором тока статора может значительно улучшить производительность тягового вентильного двигателя, что приводит к увеличению выходного крутящего момента и снижению потребления тока. Эти результаты имеют важные последствия для проектирования и эксплуатации гибридных автомобильных силовых установок, поскольку они обеспечивают основу для повышения их эффективности и снижения воздействия на окружающую среду.

© S.A. Serikov, V.P. Kuzmenko, E.A. Serikova, 2023

УДК 621.78-97

Применение обратных методов теории теплопроводности в исследовании процессов термообработки строительных материалов

В.Б. Бируля

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Санкт-Петербург (Россия)*

Ключевые слова и фразы: экологические показатели; энергетические показатели; энергоэффективность.

Аннотация. Цель исследования – разработать методику определения коэффициента теплообмена между агентом сушки (воздухом) и влажным телом. Для этого решается задача поиска связи между коэффициентом сушки и темпом охлаждения (нагрева). В качестве методологии используются основы теории теплообмена и применение безразмерного критерия Г.М. Кондратьева. В результате выявлено, что в процессе сушки коэффициент теплообмена изменяется в соответствии с массообменными характеристиками влажного тела.

Задачей экспериментальных исследований являются накопление и систематизация необходимых величин, а также поиск методик, позволяющих экономить время на проведении опытов и их материальном обеспечении при условии достаточной точности получаемых результатов.

При сушке, как известно, наибольший практический интерес представляют продолжительность тепловой обработки и его режимы, отвечающие наибольшей эффективности процесса и заданному качеству высушиваемых материалов и изделий. Эти условия определяются тепло- и массопереносом как внутри влажного тела, так и с его поверхности [1; 6].

Рассмотрим некоторые аспекты применения обратных задач теплообмена к процессам сушки.

Теплота, сообщенная сушильным агентом влажному телу, равна:

$$dQ = \alpha F (t_c - t_n) d\tau, \quad (1)$$

где α – коэффициент теплообмена, Вт/(м²К); F – поверхность теплообмена, м²; t – температура, °С; τ – время, с; индексы с – среда, п – поверхность.

Теплота расходуется на нагревание тела и на испарение жидкости [2] (энергия нарушения связи влаги со скелетом тела здесь не учитывается), то есть:

$$dQ = -G_c r d\bar{U} + G_c (c_c + c_{ж} \bar{U}) dt = -G_c r d\bar{U} (1 + Rb), \quad (2)$$

где G_c – масса абсолютно сухого тела, кг; r – скрытая теплота испарения, Дж/кг; \bar{U} – среднее объемное влагосодержание, кг; c – теплоемкость, Дж/(кгК); R_b – число Ребиндера; индекс ж – жидкость.

При совместном решении (1) и (2) относительно коэффициента теплообмена получим:

$$\alpha = \frac{G_c r (1 + Rb) d\bar{U}}{F(t_c - t_n) d\tau}. \quad (3)$$

По А.В. Лыкову:

$$\frac{d\bar{U}}{d\tau} = K(\bar{U} - \bar{U}_p), \quad (4)$$

где K – коэффициент сушки, c^{-1} ; индекс p – равновесие.

Поэтому из (3) и (4) следует:

$$K = \frac{\alpha F(t_c - t_n)}{G_c r (1 + Rb)(\bar{U} - \bar{U}_p)}. \quad (5)$$

Обозначим $\varepsilon_0 = 1 / (1 + Rb)$. Эта величина выражает долю теплоты, затраченную на испарение, и называется коэффициентом эффективности внешнего массообмена.

Таким образом, формулу (6) можно представить в виде:

$$K = \frac{\alpha \varepsilon_0 F(t_c - t_n)}{G_c r (\bar{U} - \bar{U}_p)}, \quad (6)$$

где $\alpha \varepsilon_0$ – интенсивность теплообмена в процессе нагревания влажного тела.

Анализ выражения (6) позволяет установить, что коэффициент сушки представляет собой отношение мощности теплового потока, расходуемой на испарение жидкости, к количеству энергии, требующейся для сушки тела до равновесного влагосодержания. Таким образом, коэффициент сушки имеет четкое энергетическое содержание, поэтому его применение может быть распространено на любой период сушки.

На самом деле в периоде постоянной скорости сушки $\varepsilon_0 = 1$, а коэффициент сушки возрастает по мере убыли влаги до некоторого максимального значения, которое он приобретает в момент убывающей скорости сушки. Этот коэффициент зависит от условий внешнего теплообмена и характеристик влажного тела. Для одного и того же материала он может быть выражен только через режимные параметры процесса сушки (температуру, относительную влажность, скорость сушильного агента).

Известно, что коэффициент сушки [2] находят из уравнения:

$$K = \frac{1}{\tau} \ln \left(\frac{(\bar{U}_1 - \bar{U}_p)}{(\bar{U}_2 - \bar{U}_p)} \right). \quad (7)$$

Согласно теории регулярного режима Г.М. Кондратьева [5], отношение мощности теплового потока, затраченной на нагревание тела, к теплоте, необходимой для нагревания тела от температуры поверхности до температуры среды, называется теплом охлаждения (нагревания), то есть:

$$m = \frac{\alpha(1 - \varepsilon_0)F(t_1 - t_i)}{G_a(c_c + c_{\bar{U}_i})(t_2 - t)}. \quad (8)$$

Сравнение (6) и (8) свидетельствует об аналогии между теплом охлаждения и коэффициентом сушки. В соответствии с этим коэффициент сушки может быть назван «теплом сушки». Известно, что темп охлаждения определяется путем измерения избыточной температуры внутри тела по формуле, аналогичной (7):

$$m = \frac{1}{\tau} \ln \left(\frac{(t_1 - t_c)}{(t_2 - t_c)} \right). \quad (9)$$

На основании формул (7) и (9) получается зависимость между коэффициентом сушки и темпом охлаждения:

$$K = m \left(\ln \left(\frac{(\bar{U}_1 - \bar{U}_p)}{(\bar{U}_2 - \bar{U}_p)} \right) / \ln \left(\frac{(t_1 - t_c)}{(t_2 - t_c)} \right) \right). \quad (10)$$

Известно, что температурное поле при сушке характеризуется параболическим законом распределения. Следовательно, для тел симметричной формы (например, параллелепипед) уравнение средней по объему температуры тела [6] может быть записано в форме:

$$t_i = t_0 + BR^2. \quad (11)$$

Из баланса энергии на поверхности тела следует, что:

$$\lambda \left. \frac{dt}{dx} \right|_{x=R} = \alpha(1 - \varepsilon_0)(t_e - t). \quad (12)$$

Учитывая (11) и (12), можно получить значение коэффициента в уравнении параболы:

$$B = \frac{\alpha(1 - \varepsilon_0)(t_c - t_u)}{2\lambda R + \alpha(1 - \varepsilon_0)R^2}. \quad (13)$$

Таким образом, зная $\alpha(1 - \varepsilon_0)$ и измеренные температуры среды и центра изделия при

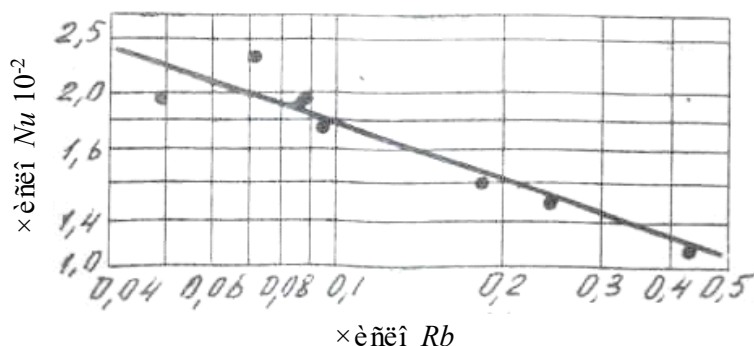


Рис. 1. Корреляция чисел Нуссельта и Ребиндера

известном λ , вычисляются B , а затем t_n .

На основании формул (6) и (10) можно получить:

$$\alpha = \frac{mG_a(c_c + c \bar{U})}{F} + \frac{Kr(\bar{U} - \bar{U}_p)}{F(t_e - t)} \quad (14)$$

После вычисления из формул (6) или (9) определяется число Ребиндера:

$$Rb = \frac{1 - \varepsilon_0}{\varepsilon_0} \quad (15)$$

Для проверки правильности вычислений используется зависимость безразмерного критерия Г.М. Кондратьева от числа Био, полученная Н.А. Ярышевым [4]:

$$\Psi = \frac{t_n - t_i}{t_n - t} = (Bi^2 + 1,437Bi + 1)^{-0,5} \quad (16)$$

В этой формуле:

$$Bi = \frac{\alpha(1 - \varepsilon_0)K_\phi F}{\lambda V} \quad (17)$$

Для кирпича принимается $K_\phi = 0,355 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$. Таким образом, при постоянных параметрах сушильного агента изменение объясняется изменением массообменных характеристик влажного тела.

Построение графика $Nu(Rb)$ в логарифмических координатах показало их линейную корреляцию (рис. 1). Наиболее близкие результаты до величины коэффициента теплообмена дала критериальная зависимость Крауссольда [1], которая с учетом выявленных закономерностей приведена к следующему виду:

$$Nu_d = 0,0174 Re_d^{0,8} Rb^{0,33} \left(\frac{d}{L}\right)^{0,054} \quad (18)$$

Полученное критериальное уравнение аппроксимируем, опытные данные в пределах $0,04 < Rb < 0,5$ (рис. 1). Разброс точек в левой части графика объясняется возросшими погрешностями при измеренно малых разностях температур в конце процесса сушки. Тем не менее максимальное отклонение опытных точек не выходит за пределы 17,5 %.

Сформулируем выводы исследования.

1. Рассмотренная методика позволяет определить числа Nu , Rb и Bi в процессе сушки изделий при ограниченном количестве измерений.

2. Отсутствие необходимости измерения температуры поверхности изделий в процессе сушки, что является технически сложным вопросом [7].

3. Установлена аналогия между темпом охлаждения (нагрева) и коэффициентом сушки, который по смыслу является «Темпом сушки».

4. Найдена корреляция между числами $Nu(Rb)$, что выражает тепло- и массообмен одним критериальным уравнением.

Литература

1. Лыков, А.В. Теория сушки / А.В. Лыков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергия, 1968. – 471 с.

2. Кейс, В.М. Конвективный тепло- и массообмен / В.М. Кейс. – Перевод с англ. И.Н. Дулькина. – М. : Энергия, 1972. – 446 с.

3. Рабинович, Г.Д. Новый метод расчета конвективной сушки тонких материалов / Г.Д. Рабинович // Изв. вузов. Строительство и архитектура. – 1994. – № 11. – С. 39–44.

4. Кондратьев, Г.М. Регулярный тепловой режим / Г.М. Кондратьев. – М. : Гостехиздат, 1954. – 408 с.

5. Темкин, А.Г. Обратные методы теплопроводности / А.Г. Темкин. – М. : Энергия, 1973. – 464 с.

6. Бируля, В.Б. Расчет рециркуляции продуктов сгорания в туннельных печах / В.Б. Бируля // Перспективы науки. – 2016. – № 1(76). – С. 50–53.

7. Application of Fuzzy Logic for Regulation of the Temperature in Tubular Furnaces / E.V. Sirotina, A.R. Vakhitova, A.M. Khafizov [et al.] // Components of Scientific and Technological Progress. – 2017. – No. 2(32). – P. 12–15.

References

1. Lykov, A.V. Teoriya sushki / A.V. Lykov. – 2-ye izd., pererab. i dop. – M. : Energiya, 1968. – 471 s.

2. Keys, V.M. Konvektivnyy teplo- i massoobmen / V.M. Keys. – Perevod s angl. I.N. Dul'kina. – M. : Energiya, 1972. – 446 s.

3. Rabinovich, G.D. Novyy metod rascheta konvektivnoy sushki tonkikh materialov / G.D. Rabinovich // Izv. vuzov. Stroitel'stvo i arkhitektura. – 1994. – № 11. – S. 39–44.

4. Kondrat'yev, G.M. Regul'yarnyy teplovoy rezhim / G.M. Kondrat'yev. – M. : Gostekhizdat, 1954. – 408 s.

5. Temkin, A.G. Obratnyye metody teploprovodnosti / A.G. Temkin. – M. : Energiya, 1973. – 464 s.

6. Birulya, V.B. Raschet retsirkulyatsii produktov sgoraniya v tunnel'nykh pechakh / V.B. Birulya // Perspektivy nauki. – 2016. – № 1(76). – S. 50–53.

Application of Inverse Methods of the Theory of Thermal Conductivity in the Study of Heat Treatment Processes of Building Materials

V.B. Birulia

*Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
Saint-Petersburg (Russia)*

Key words and phrases: energy indicators; environmental energy indicators; energy efficiency.

Abstract. The aim of the study is to develop a methodology for determining the heat transfer coefficient between a drying agent (air) and a wet body. To do this, the problem of finding the relationship between the drying coefficient and the cooling (heating) rate is solved. As a methodology, the fundamentals of the theory of heat and mass transfer and the application of the dimensionless criterion of G.M. Kondratiev are used. As a result of the study, it was revealed that in the process of drying, the heat transfer coefficient changes in accordance with the mass transfer characteristics of the wet body.

© В.Б. Бируля, 2023

УДК 69.059.62

Загрязнение воздуха строительными машинами при сносе зданий

И.Н. Дорошин, Л.А. Пахомова, С.А. Грамматикова

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный
университет»,
г. Москва (Россия)*

Ключевые слова и фразы: вытяжная вентиляция; выхлопные газы; двигатель внутреннего сгорания; загрязнение воздуха; период прогрева; природоохранные мероприятия; производство работ; рекуперация энергии; средства механизации; электродвигатель.

Аннотация. В статье приведен расчет загрязнения воздуха строительными машинами при сносе зданий. Рассмотрены мероприятия по снижению количества вредных веществ, оказывающих негативное влияние на занятых в производственном процессе рабочих во время производства работ в сносимых зданиях и окружающей среде в целом.

Цель исследования – определить количество вредных веществ, выбрасываемое в воздух строительными машинами при сносе здания.

Задачи исследования:

- 1) исследовать существующие методы определения влияния строительной техники на экологическую обстановку;
- 2) сравнить несколько типов двигателей строительных машин с точки зрения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;
- 3) определить мероприятия по снижению количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу при проведении работ по сносу зданий.

Гипотеза исследования состоит в том, что при определении количества загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, возможно определить мероприятия, осуществление которых приведет к улучшению экологической обстановки.

В процессе исследования использован метод статистического наблюдения. Были использованы статистические данные по выбросу загрязняющих веществ при работе строительных машин на объектах, подлежащих

сносу.

Результатом исследования было определение количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу строительными машинами при сносе зданий, и разработка мероприятий по снижению выброса загрязняющих веществ в атмосферу.

Современную действительность тяжело представить без автотранспорта и различных строительных механизмов, давно заменивших тяжелый ручной труд. Сфера строительства подразумевает использование большого количества транспортных машин и разнообразной строительной техники, что аргументирует повышенные выбросы вредных веществ в атмосферу. Рассматривая проблему загрязнения окружающей среды, важно обратить внимание на обеспечение охранных мер при строительстве новых объектов, а также при сносе зданий и сооружений, так как при соблюдении всего комплекса природоохранных мероприятий, направленных на охрану окружающей среды, негативное воздействие снижается до минимальных значений [4; 10].

С каждым годом значимость ситуации с выбросом вредных веществ в атмосферу на всех этапах жизненного цикла зданий только возрастает в связи с увеличением количества объектов и их сложностью. В настоящее время процессы строительной отрасли запущены на таких высоких оборотах, что сбавить их практически невозможно, используя те же механизмы и машины, что и сейчас. Поэтому важно при разработке организационно-технологических решений на объекте руководствоваться не только целесообразностью использования различных строительных единиц с точки зрения технико-экономических показателей, но и со стороны безопасности их для окружающей среды [7; 8].

Основной задачей являются определение характера негативного воздействия строительного автотранспорта, сравнение нескольких типов двигателей строительных машин, используемых при сносе зданий и сооружений, и рассмотрение технологии и организации производства работ в особых условиях, т.е. в закрытых или мало проветриваемых помещениях, сносимых промышленных и гражданских зданиях.

Производство работ в особых условиях выполнения в закрытых или в слабо проветриваемых помещениях промышленных и гражданских зданий следует начинать с подготовительных работ. На первом этапе следует в результате замеров специальными отрегулированными приборами уровня загрязнения воздуха наметить алгоритм собственных действий. По результатам замеров следует определить перечень организационно-технологических мероприятий по доведению уровня загрязнения воздуха до необходимых нормативных значений. Организационно-технологические мероприятия должны осуществляться в следующих направлениях:

- организация вытяжной вентиляции нужной мощности;
- устройство специальных трубных систем для отвода выхлопных газов от двигателей внутреннего сгорания (**ДВС**) машин, длительное время работающих в закрытых помещениях;
- организация перегрузочных операций, доставляемых автомобильным транспортом грузов с целью использования максимального количества средств механизации с электрическими и пневматическими двигателями при производстве работ по сносу, работающими в закрытом пространстве [1; 2; 5; 6].

Во время работы ДВС выделяют большое количество вредных веществ, в основном при движении по территории здания, но также и внутри него. Кроме того, выхлопные газы

выделяются при включенном двигателе без движения и при прогревании двигателя. Наиболее опасными веществами при этом являются сернистый ангидрид, различные углеводороды, оксид углерода и диоксид азота. Если машина работает на электрической энергии, то все эти вещества не выделяются ни в здании, ни вне его.

Наибольший выброс вредных веществ при работе машин с ДВС можно посчитать по следующей формуле:

$$M = 10^{-3} \sum_i^n \frac{g_{ij} L \times A3 \times K}{t \times 3,6},$$

где M_i – общее количество i -го вредного вещества для строительной машины j -того вида, г/сек; n – число видов строительных машин; g_{ij} – выброс i -го вредного газа одной строительной машиной j -того вида на единицу пробега, г/км; L – расстояние, которое одна машина проезжает за один раз по площади стоянки с учетом прогрева двигателя, выполнения некоторых операций в границах стоянки, км; $A3$ – число строительных машин, пребывающих в эксплуатации; K – коэффициент, который определяется видом движения машины и особенностями ее содержания; t – период выезда и возвращения строительных машин, час.

Таким образом, если использовать данную формулу для определения разового выброса вредных веществ, то количество данных веществ, выбрасываемое в атмосферу в течение года, составит:

$$M = 10^{-6} \sum_i^n g_{ij} L \times A3 \times K \times D,$$

где M_i – общее количество i -го опасного вещества, т/год; n , g_{ij} , L , $A3$, k соответствуют величинам, указанным ранее; D – общий годовой фонд рабочего времени в днях [3].

Для получения достоверных данных рассмотрим сносимый объект и проведем расчет максимального разового выброса различных опасных веществ в атмосферу. В помещении сносимого здания работает 70 автомобилей среднего класса. Способ хранения автомобилей: в час пик со стоянки выезжает (въезжает) 50 % списочного состава автомобилей. Условная длина пробега в соответствии с ОНТП01-91 принята равной 0,8 км.

Годовой режим работы – 365 дней.

Коэффициент, учитывающий равномерность выезда-въезда автомобилей, принимаем равным 0,7.

Максимальный разовый выброс составит:

$$\text{Углерод оксида } m_{co} = 10^{-3} \times \frac{29 \times 35 \times 0,8 \times 1,2}{1 \times 3,6} = 0,1704 \text{ г/с};$$

$$\text{Азот оксида } m_{no} = 10^{-3} \times \frac{0,67 \times 35 \times 0,8 \times 1,2}{1 \times 3,6} = 0,0040 \text{ г/с};$$

$$\text{Азот углеводорода } m_{cn} = 10^{-3} \times \frac{2,67 \times 35 \times 0,8 \times 1,2}{1 \times 3,6} = 0,01566 \text{ г/с}.$$

При использовании автомобилей с электродвигателями загрязнение окружающей

Таблица 1. Состав выхлопных газов (г/мин)

№ п/п	Компоненты выхлопных газов	Бензиновые двигатели	Дизельные двигатели	Электродвигатели
1	Оксид углерода CO (II)	0,035	0,017	0,0
2	Оксид углерода CO ₂ (IV)	0,217	0,2	0,0
3	Оксиды азота (NO, NO ₂)	0,002	0,001	0,0
4	Сажа	1,1	0,0	0,0

среды не производится, что особенно важно для работы в помещении при сносе зданий. Электродвигатели, в свою очередь, имеют как преимущества, так и недостатки [9].

Недостатки электродвигателя: малое плечо на одной зарядке, долгая зарядка, малый срок службы батареи, большой объем и вес батареи.

Преимущества электродвигателя: малый вес, максимальный момент, доступный при 0 об/мин, нет необходимости в коде причины постановки, высокий коэффициент полезного действия, возможность рекуперации энергии [11].

Литература

1. Pacheco-Torgal, F. *Advances in Construction and Demolition Waste* / F. Pacheco-Torgal // Woodhead Publishing, 2014. – 244 p.
2. Marc, J. Rogoff *Solid Waste Recycling and Processing* / J. Marc // William Andrew Recycling. – Woodhead Publishing, 2020. – 573 p.
3. Атиев, С.С. *Технология строительного производства* / С.С. Атиев, Н.Н. Данилов, Б.В. Прыкин. – М. : Изд. Стройиздат, 1984. – 559 с.
4. Жадановский, Б.В. *Организационно-технологические приемы монтажа перемычек и подоконных досок в оконных проемах кирпичных стен* / Б.В. Жадановский, Л.А. Пахомова // Инженерный вестник Дона. – 2021. – № 3(75). – С. 254–270.
5. Дикман, Л.Г. *Организация строительного производства* / Л.Г. Дикман. – М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 608 с.
6. Максименко, Ю.Л. *Оценка воздействия на окружающую среду и разработка нормативов ПДВ* / Ю.Л. Максименко, В.Н. Шаприцкий, И.Н. Горкина. – М. : СП Интернет-инжиниринг, 1999. – 480 с.
7. Олейник, П.П. *Организация и технология строительного производства* / П.П. Олейник, С.П. Олейник. – М. : АСВ, 2006. – 239 с.
8. Фахратов, М.А. *Организационные проблемы использования промышленных отходов* / М.А. Фахратов, Д.А. Файзуллин // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 3(50). – С. 98.
9. Хамзин, С.К. *Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование. Учебное пособие* / С.К. Хамзин, А.К. Карасев. – М. : ООО «БАСТЕТ», 2006. – 216 с.
10. Цай, Т.Н. *Организация строительного производства: Учебник для вузов* / Т.Н. Цай, П.Г. Грабовый, В.А. Большаков. – М. : АСВ, 1999. – 432 с.
11. Ширшиков, Б.Ф. *Организация, планирование и управление строительством : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство» направления 270100 – «Строительство»* /

Б.Ф. Ширшиков. – М. : Издательство АСВ, 2012. – 528 с.

References

3. Atiyev, S.S. Tekhnologiya stroitel'nogo proizvodstva / S.S. Atiyev, N.N. Danilov, B.V. Prykin. – М. : Izd. Stroyizdat, 1984. – 559 s.
4. Zhadanovskiy, B.V. Organizatsionno-tekhnologicheskiye priyemy montazha peremychek i podokonnykh dosok v okonnykh proyemakh kirpichnykh sten / B.V. Zhadanovskiy, L.A. Pakhomova // Inzhenernyy vestnik Dona. – 2021. – № 3(75). – S. 254–270.
5. Dikman, L.G. Organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva / L.G. Dikman. – М. : Izdatel'stvo Assotsiatsii stroitel'nykh vuzov, 2006. – 608 s.
6. Maksimenko, YU.L. Otsenka vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu i razrabotka normativov PDV / YU.L. Maksimenko, V.N. Shapritskiy, I.N. Gorkina. – М. : SP Internet-inzhiniring, 1999. – 480 s.
7. Oleynik, P.P. Organizatsiya i tekhnologiya stroitel'nogo proizvodstva / P.P. Oleynik, S.P. Oleynik. – М. : ASV, 2006. – 239 s.
8. Fakhratov, M.A. Organizatsionnyye problemy ispol'zovaniya promyshlennykh otkhodov / M.A. Fakhratov, D.A. Fayzullin // Inzhenernyy vestnik Dona. – 2018. – № 3(50). – S. 98.
9. Khamzin, S.K. Tekhnologiya stroitel'nogo proizvodstva. Kursovoye i diplomnoye proyektirovaniye. Uchebnoye posobiye / S.K. Khamzin, A.K. Karasev. – М. : ООО «BASTET», 2006. – 216 s.
10. Tsay, T.N. Organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva: Uchebnik dlya vuzov / T.N. Tsay, P.G. Grabovyy, V.A. Bol'shakov. – М. : ASV, 1999. – 432 s.
11. Shirshikov, B.F. Organizatsiya, planirovaniye i upravleniye stroitel'stvom : uchebnik dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy, obuchayushchikhsya po spetsial'nosti 270102 «Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo» napravleniya 270100 – «Stroitel'stvo» / B.F. Shirshikov. – М. : Izdatel'stvo ASV, 2012. – 528 s.

Contamination of Air by Construction Machines at the Demolition of Buildings

I.N. Doroshin, L.A. Pakhomova, S.A. Grammatikova

*National Research University Moscow State University of Civil Engineering,
Moscow (Russia)*

Key words and phrases: air contamination; electric motor; environmental protection measures; execution of works; exhaust gases; exhaust ventilation; internal combustion engine; means of mechanization; recuperation of energy; warm-up period.

Abstract. The calculation of contamination of air by construction machines at the demolition of buildings is considered in the article. Measures for decrease in the quantity of dangerous substances are considered, making negative influence on the workers engaged in production process during the execution of works in demolished buildings and on the environment as a whole.

The purpose of research was to define the quantity of harmful substances thrown in the air by construction machines at the demolition of buildings.

The research objectives are:

- 1) to explore the existing methods of determination of the impact of construction machines on the ecologic situation;
- 2) to compare several types of engines of construction machines from the point of view of the throw of harmful substances into the atmosphere;
- 3) to define the measures on decrease of quantity of harmful substances, thrown into the atmosphere during the works on the demolition of buildings.

The research hypothesis means that at the determination of the quantity of harmful substances thrown into the atmosphere it is possible to define the measures, realization of which will lead to the improvement of the ecological situation.

During the research process there was used the method of statistic observation. The statistic data was analyzed on the throw of harmful substances during the operation of machines on the objects demolished.

The result of the research was the determination of quantity of harmful substances, thrown into the atmosphere by construction machines during the demolition of buildings and working out of the measures on the decrease of the throw of harmful substances into the air.

© И.Н. Дорошин, Л.А. Пахомова, С.А. Грамматикова, 2023

УДК 69.051

Анализ значимости факторов, влияющих на выбор организационно-технологических решений при строительстве объектов здравоохранения

К.А. Головин, О.Б. Забелина

*ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»,
г. Тула (Россия)*

Ключевые слова и фразы: метод экспертных оценок; организационно-технологическая подготовка строительства; строительство медицинских объектов.

Аннотация. Объекты здравоохранения в РФ достаточно востребованы в последнее время, и их возведение идет большими темпами. Так, например, построены новые корпуса перинатальных центров в Туле и Йошкар-Оле, лечебно-консультационный центр Волгоградского областного клинического онкологического диспансера, в высокой степени готовности находятся хирургические корпуса Липецкого областного онкологического диспансера, Томского областного онкологического диспансера, Ярославской областной клинической онкологической больницы. Только в Москве за последние десять лет построено свыше 95 новых медицинских учреждений. В НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского и на территории Боткинской больницы вводятся новые скоромощные стационарные корпуса, оборудованные вертолетными площадками.

При подготовке проектной и организационно-технологической документации на строительство медицинских учреждений необходимо учитывать их специфику, определяющую ряд дополнительных требований. Целью данной статьи является анализ значимости основных факторов, влияющих на выбор организационно-технологических решений при строительстве объектов здравоохранения. Авторы выявляют и систематизируют факторы, имеющие значение при подготовке проектных решений, сводят их в ранжированную таблицу, полученные результаты обрабатывают статистическими методами, строят графики значимости влияния различных факторов, выделяют наиболее важные из них.

По новому стандарту «Московский стандарт +» все медицинские учреждения должны оборудоваться широким спектром современного оборудования, такого как УЗИ, КТ, МРТ, рентген-аппаратами, флюорографами и маммографами. Внутри здания проектируются (с учетом разделения грязных и чистых потоков, отдельных потоков по степени тяжести пациентов) специальные системы вентиляции и отопления, подачи кислорода. В инфекционных отделениях предусматривается устройство специально оборудованных одноместных мельцеровских боксов для предупреждения распространения инфекционных заболеваний [1; 2]. Объекты здравоохранения оборудуются средствами доступности для инвалидов – пандусами со специальным нескользящим покрытием, лифтами, поручнями и т.п. Место для размещения учреждений здравоохранения на стадии организационно-технологического проектирования выбирают так, чтобы максимально сократить время доставки больных [3].

С учетом новых требований к медучреждениям выбираются и соответствующие технологии строительства. Так, например, широкое распространение получила гибридно-модульная технология, позволяющая сократить сроки возведения объектов до 50 %. Она характеризуется тем, что конструктивные модули (блоки) заранее изготавливаются в заводских условиях, в них встраивается сложное медицинское или лабораторное оборудование и далее производится их укрупненный монтаж согласно предусмотренной проектом компоновке. Специфику требований при строительстве объектов здравоохранения необходимо учесть заранее, еще на стадии разработки проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства работ (ППР), чтобы выбрать правильные организационно-технологические решения [4; 5].

Объект данного исследования – строительство учреждений здравоохранения.

Предмет исследования – факторы выбора организационно-технологических решений при строительстве объектов здравоохранения.

Материалы и методы: для обработки результатов исследования используются метод теоретического анализа, метод экспертных оценок, метод априорного ранжирования, методы математической статистики.

В данном исследовании проводилось анкетирование десяти экспертов-строителей, имеющих опыт возведения современных медицинских объектов. На первом этапе были выявлены основные факторы, влияющие на принятие тех или иных организационно-технологических решений при строительстве объектов здравоохранения [6]. Они были сведены в три основные группы.

1. Первая группа – факторы, влияющие на выбор строительной площадки при строительстве медицинского объекта.

В эту группу вошли следующие 15 факторов:

Ф1 – близость к центру города;

Ф2 – нахождение площадки в зоне массовой жилищной застройки (с точки зрения негативных воздействий на жилые помещения);

Ф3 – нахождение площадки за городом;

Ф4 – нахождение площадки в зеленой зоне;

Ф5 – наличие рядом гостиниц;

Ф6 – наличие на территории застройки существующих зданий, дорог, систем инженерного обеспечения, подвальных помещений (убежищ, метро и т.п.), зеленых насаждений;

Ф7 – наличие парковочных мест;

Ф8 – возможность подключения к электросетям необходимой мощности;

Ф9 – возможность подключения к сетям водоснабжения и водоотведения;

Ф10 – наличие подъездных путей;

Ф11 – возможность складирования, вывоза либо утилизации на месте опасных отходов производства;

Ф12 – сложность грунтовых условий (необходимость водопонижения, карстовые грунты и т.п.);

Ф13 – на расстоянии не менее 10 м от расположения отделения МРТ, КТ-диагностики исключение сооружений с большой массой металлоконструкций (лифты, линейные ускорители и другое);

Ф14 – исключение наличия поблизости высоковольтных линий электропередачи, трубопроводов, трансформаторных, железнодорожных путей и т.п., влияющих на электромагнитное поле и магнитное поле;

Ф15 – учет «розы ветров» при расположении объекта.

2. Вторая группа – общие факторы, влияющие на выбор организационно-технологических решений.

В эту группу вошли следующие 15 факторов:

Ф16 – необходимость подготовки кадров для осуществления строительства;

Ф17 – объемы выполняемых работ;

Ф18 – характер и условия производства работ;

Ф19 – фактор, учитывающий нестандартные объемно-планировочные решения проектируемых объектов;

Ф20 – необходимость поэтапного выполнения работ;

Ф21 – наличие директивных сжатых сроков строительства;

Ф22 – возникающие разночтения медико-технического задания, нормативной, проектной, организационно-технологической документации, дополнительное время и финансирование на их пересогласование;

Ф23 – возможность применения компьютерных технологий проектирования, BIM-технологий;

Ф24 – дополнительные согласования проектной и организационно-технологической документации в Госсанэпиднадзоре и прочих организациях;

Ф25 – получение техпаспорта на рентген-кабинет;

Ф26 – необходимость устройства дополнительных мероприятий по охране труда и технике безопасности, пожарной безопасности;

Ф27 – необходимость проведения дополнительных мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологической безопасности и охране окружающей среды;

Ф28 – производство работ в историческом центре застроенной части населенных пунктов, необходимость дополнительных согласований и проведения специальных работ по сохранению культурного наследия;

Ф29 – наличие в зоне строящегося здания близкорасположенных действующих предприятий, жилой застройки (с точки зрения стесненности застройки), обеспечение проведения работ без вреда для соседних зданий;

Ф30 – возможность использования и поставки местных материалов.

3. Третья группа – факторы, учитывающие доставку, складирование и монтаж строительных материалов и конструкций:

Ф31 – наличие в зоне производства работ действующих транспортных магистралей;

Ф32 – недостаточность площадей для организации зон складирования и сборки вблизи монтируемого здания;

Ф33 – дальность доставки от существующей базы материальных ресурсов;



Рис. 1. Гистограмма ранжирования факторов выбора строительной площадки

Ф34 – возможность разгрузки и заноса крупного и сложного технологического оборудования;

Ф35 – необходимость устройства разъездов, разворотов и тупиковых участков внутри-построечных дорог;

Ф36 – устройство и содержание временных проездов и проходов и их согласование с основными транспортными магистралями;

Ф37 – необходимость устройства специальных сооружений для перемещения оборудования и механизмов через существующие препятствия;

Ф38 – необходимость ограничения или изменения существующего дорожного движения и согласования этих мероприятий в органах ГИБДД;

Ф39 – фактор, учитывающий несоответствие монтируемых конструкций по типу, по весу, по объему;

Ф40 – рассредоточенность монтажных объемов по разным участкам здания;

Ф41 – недостаточный объем работ на отдельных участках для организации долговременного монтажного потока;

Ф42 – необходимость устройства временных ограждающих конструкций и ограничений;

Ф43 – необходимость разработки специальной технологической оснастки;

Ф44 – необходимость дополнительных (в ходе монтажа) переоснасток строительных машин и механизмов и их перестановок;

Ф45 – ограничение доступности в монтажную зону из-за примыкания существующих зданий.

Далее каждый эксперт оценил значимость влияния того или фактора. Самой высокой оценке присваивается наименьший ранг. Была составлена сводная анкета рангов, по



Рис. 2. Гистограмма ранжирования факторов выбора организационно-технологических решений



Рис. 3. Гистограмма ранжирования факторов, влияющих на доставку, складирование и монтаж стройматериалов и конструкций

каждому фактору определены сумма рангов S_i и отклонение от средней суммы рангов Δ_i , методом априорного ранжирования проводится статистическая обработка результатов [7].

Для наглядного представления коллективного мнения специалистов, принявших участие в экспертном оценивании степени влияния факторов на изучаемый процесс, выполняется построение априорной гистограммы рангов. При ее построении по горизонтали откладываем отрезки равной длины и присваиваем им по очереди номера факторов в порядке возрастания сумм рангов. По вертикали откладываем суммы рангов для каждого фактора. Чем меньше эта величина, тем сильнее влияет фактор на изучаемый процесс.

На рис. 1–3 представлены гистограммы рангов для рассмотренных трех групп факторов. На них принимаем левую группу факторов в качестве наиболее значимых переменных, а влияние факторов правой группы при выборе организационно-технологических решений будет не столь значительно.

В результате исследования мы пришли к следующим выводам.

1. При выборе площадки под строительство объектов здравоохранения существенную роль будут играть факторы Ф13, Ф14, Ф8, Ф9, т.е. особое внимание нужно уделять тому, чтобы на расстоянии не менее 10 м от расположения отделения МРТ, КТ-диагностики было исключено наличие сооружений с большой массой металлоконструкций (лифты, линейные ускорители и другое), также исключено наличие поблизости высоковольтных линий электропередач, трубопроводов, трансформаторных, железнодорожных путей и т.п., влияющих на электромагнитное поле и магнитное поле. Это является специфической особенностью при возведении медицинских объектов и может не учитываться при выборе площадки для строительства иных общественных зданий и социальных объектов [8]. Также обязательно должна быть обеспечена возможность подключения к электросетям необходимой мощности, возможность подключения к сетям водоснабжения и водоотведения.

2. При организации строительства и выборе технологии ведения работ особое внимание уделяется факторам Ф17, Ф18, Ф30, Ф21. То есть принимаются во внимание объемы выполняемых работ, характер и условия производства работ, возможность использования и поставки местных материалов. Особо учитывается наличие директивных сжатых сроков строительства.

3. При организации доставки, складирования и монтажа конструкций большое влияние играют факторы Ф31, Ф33, Ф32, Ф45. То есть предпочтительно наличие в зоне производства работ действующих транспортных магистралей, существенную роль играет дальность доставки материалов и конструкций от существующей базы материальных ресурсов. Определенные ограничения на выбор тех или иных организационно-технологических решений могут вызвать недостаточность площадей для организации зон складирования и сборки вблизи монтируемого здания, ограничение доступности в монтажную зону из-за примыкания существующих зданий.

Литература

1. СП 158.13330.2014 «Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования».
2. СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность».
3. СанПиН 2.2.1./2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».

4. СП 48.13330.2019 «Организация строительства» (СНиП 12-01-2004).
5. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 (ред. от 01.12.2021) «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
6. Головин, К.А. Выявление факторов, влияющих на выбор организационно-технологических решений при строительстве объектов здравоохранения / К.А. Головин, О.Б. Забелина // Перспективы науки. – 2022. – № 9(156). – С. 68–73.
7. Гиря, Л.В. Использование BIM в строительстве и проектировании объектов здравоохранения / Л.В. Гиря, М.А. Рожина // Строительство и архитектура – 2021 : Материалы Международной научно-практической конференции. – Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2021. – С. 66–68.
8. Румянцев, П.О. Как создать современный медицинский центр в текущих условиях? / П.О. Румянцев, Д.А. Черкасов // Digital Diagnostics. – 2022. – Т. 3. – № 4. – С. 404–412.

References

1. SP 158.13330.2014 «Zdaniya i pomeshcheniya meditsinskikh organizatsiy. Pravila proyektirovaniya».
2. SanPiN 2.1.3.2630-10 «Sanitarno-epidemiologicheskiye trebovaniya k organizatsiyam, osushchestvlyayushchim meditsinskuyu deyatel'nost'».
3. SanPiN 2.2.1./2.1.1.1200-03 «Sanitarno-zashchitnyye zony i sanitarnaya klassifikatsiya predpriyatiy, sooruzheniy i inykh ob'yektov».
4. СП 48.13330.2019 «Organizatsiya stroitel'stva» (SNiP 12-01-2004).
5. Postanovleniye Pravitel'stva RF ot 16.02.2008 № 87 (red. ot 01.12.2021) «O sostave razdelov proyektnoy dokumentatsii i trebovaniyakh k ikh sodержaniyu».
6. Golovin, K.A. Vyyavleniye faktorov, vliyayushchikh na vybor organizatsionno-tekhnologicheskikh resheniy pri stroitel'stve ob'yektov zdravookhraneniya / K.A. Golovin, O.B. Zabelina // Perspektivy nauki. – 2022. – № 9(156). – S. 68–73.
7. Giryа, L.V. Ispol'zovaniye BIM v stroitel'stve i proyektirovanii ob'yektov zdravookhraneniya / L.V. Giryа, M.A. Rozhina // Stroitel'stvo i arkhitektura – 2021 : Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Rostov-na-Donu : Donskoy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet, 2021. – S. 66–68.
8. Rummyantsev, P.O. Kak sozdat' sovremenny meditsinskiy tsentr v tekushchikh usloviyakh? / P.O. Rummyantsev, D.A. Cherkasov // Digital Diagnostics. – 2022. – T. 3. – № 4. – S. 404–412.

Analysis of Impact Indicators Influencing the Choice of Organizational and Technological Solutions in the Construction of Healthcare Facilities

K.A. Golovin, O.B. Zabelina

Tula State University, Tula (Russia)

Key words and phrases: construction of medical facilities; organizational and technological preparation of construction; method of expert assessments.

Abstract. Healthcare facilities in the Russian Federation have been quite in demand lately and are being built at a fast pace. For example, new buildings of perinatal centers were built

in Tula and Yoshkar-Ola, a medical and consulting center of the Volgograd Regional Clinical Oncological Dispensary, surgical buildings of the Lipetsk Regional Oncological Dispensary, the Tomsk Regional Oncological Dispensary, and the Yaroslavl Regional Clinical Oncological Hospital are in a high degree of readiness. In Moscow alone, over 95 new medical facilities have been built over the past 10 years. At the Research Institute of Emergency Medicine. N.V. Sklifosovsky and on the territory of the Botkin hospital, new ambulance stationary buildings equipped with helipads are being introduced.

When preparing design and organizational and technological documentation for the construction of medical institutions, it is necessary to take into account their specifics, which determine a number of additional requirements. The purpose of this article is to analyze the significance of the main factors influencing the choice of organizational and technological solutions in the construction of healthcare facilities. The authors identify and systematize the factors that are important in the preparation of design decisions, bring them into a ranked table, process the results obtained by statistical methods, build graphs of the significance of the influence of various factors, highlight the most important of them.

© К.А. Головин, О.Б. Забелина, 2023

УДК 69.001.5

Перспективы развития и применения цифровых технологий в строительном секторе и в экспертных организациях, привлекаемых для целей государственного строительного надзора

М.С. Риваненко, О.И. Куцевич

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
г. Москва (Россия)*

Ключевые слова и фразы: автоматизация; информационное моделирование; строительство; цифровые технологии.

Аннотация. Цель исследования заключается в разработке методических основ проектирования организационных структур экспертных организаций, представленных в виде системы автоматизации производственных процессов обследований, лабораторных и иных испытаний, а также экспертиз в структуре экспертной организации, привлекаемой для целей государственного строительного надзора. В рамках исследования были поставлены задачи: изучить проект «Цифровой двойник Москвы», оценить перспективы развития цифровых технологий в строительном секторе, дать краткий анализ развития BIM в России. Описываются некоторые перспективы дальнейшего развития информационного моделирования в нашей стране. Также задача статьи – дать предложения по внедрению автоматизации в структуру экспертных организаций, привлекаемых для целей государственного строительного надзора. Научная гипотеза исследования предполагает, что если описать структуру экспертной организации в рамках автоматизации, то качество экспертиз улучшится. По итогу проведенных исследований были сформулированы основные блоки для автоматизации структуры экспертной организации, а также описаны задачи, которые должны решаться в каждом блоке.

Введение

Ни для кого не секрет, что в настоящее время одним из перспективных направлений



Рис. 1. Макеты из открытых источников

развития систем городского управления стало внедрение информационных технологий. Так, с 2019 г. платформа «Цифровой двойник Москвы» используется в системе управления Москвой. Платформа обеспечивает быстрый доступ к данным, необходимым для принятия решений в области городского планирования, безопасности, транспорта, экологии и других секторах городской экономики. Предоставляет показатели для оценки, анализа и предотвращения отклонений от прогнозируемой траектории развития. Система основана на трехмерной карте города, полученной фотограмметрическим методом. На карте отображено более 2,5 тысяч квадратных километров территории города. Проект предусматривает поэтапное внедрение различных систем. Так, в 2022 г. была добавлена возможность отслеживать выполнение некоторых работ в режиме реального времени, например, вывоз строительного мусора и снос зданий. При разработке платформы использовалось программное обеспечение с открытым исходным кодом. Проект получил награду Международного сообщества городских и региональных планировщиков (*International Society of City and Regional Planners*), а также премию «Цифровые вершины – 2021» в номинации «Лучшее ИТ-решение для умного города». Платформа, по сути, представляет собой базу данных, в которой хранится структурированная информация, необходимая для организационного проектирования; управления проектами; решения задач управления экономическими процессами; городского планирования; ресурсообеспечения; расчета инвестиционных программ; решения проблем социального обеспечения; сбора и анализа данных о транспортных потоках; эксплуатации инфраструктуры; озеленения, а также строительства.

Одной из важнейших составляющих правильного функционирования подобных плат-

форм является предоставление достоверных и машиночитаемых данных. Так, 5 марта 2021 г. Премьер-министр Михаил Мишустин подписал постановление Правительства России № 331 о введении обязательного использования технологий информационного моделирования на объектах госзаказа. С 1 января 2022 г. стали обязательными формирование и ведение информационных моделей объектов капитального строительства для всех этапов жизненного цикла. Постановление реализуется в рамках исполнения положений Градостроительного кодекса и поручений президента России о цифровизации в строительной отрасли.

Таким образом, на законодательном уровне была закреплена необходимость наличия положений о создании *BIM*-моделей в договорах на строительство значимого количества объектов, что на первоначальном этапе приведет к специализации организаций занятых в строительстве объектов с государственным финансированием, а в последующем, особенно при увеличении государственного финансирования социальных и других проектов, к переходу всей строительной отрасли на информационное моделирование. Важной составляющей данного подхода является уход от документоориентированного подхода к «цифровым двойникам», который осуществляется через информационное моделирование. «Цифровой двойник» сооружения позволяет работать с объектом не просто как с *3D*-моделью здания, а как с вычисленной средой, то есть возникает возможность моделировать различные воздействия или условия эксплуатации, делать на основании моделирования анализ и прогнозировать развитие различных событий. Это можно назвать переходом из систем автоматизированного проектирования (**САПР**) в онтологические системы, выходящие за рамки не только проектирования, но и строительства в целом. На протяжении последних 10 лет Россия фактически копировала западные подходы к информационному моделированию. Лидерами на этом рынке стали компания из США *Autodesk* и европейская компания *Graphisoft*. В России также существуют разработчики программного обеспечения для *BIM*-моделирования, такие как «Аскон» и «Нанософт разработка», однако значимых позиций на этом рынке до 2022 г. они не занимали. После ухода многих крупных поставщиков программного обеспечения ситуация на отечественном рынке радикально изменилась: ни *Renga*, ни *nanoCAD* не располагают функционалом, доступным в *Revit*, который, в свою очередь, входит в *AEK Collection* – комплекс программного обеспечения, позволяющий в рамках *BIM* производить планировку местности, создавать архитектурные и конструктивные решения (для различных типов сооружений и конструктивных схем), производить расчеты конструкций, проектировать инженерные системы, а также получать данные, необходимые для управления строительством. Подобные отечественные программы существуют, но они функционируют отдельно и не подлежат интеграции в единую модель. Ситуация несколько облегчается тем, что лицензии на ранее приобретенные за рубежом *BIM*-программы могут быть продлены, но это не сможет покрыть потребности растущего рынка строительства. Использование «взломанного» программного обеспечения в качестве решения проблемы малопримлемо из-за отсутствия поддержки со стороны разработчиков, отрыва от мирового сообщества *BIM*-лидеров, а главное, невозможности гарантировать получение достоверных данных из модели. Таким образом, перед отраслью встал вопрос, каким путем развиваться дальше – продолжать следовать западному вектору или развивать собственные направления, учитывая сложившиеся в России инженерные традиции. Вероятнее всего, в качестве основного САПР в российском моделировании будет *Renga (Autodesk)*, а недостающий в ней функционал необходимо в будущем оптимизировать с учетом пожеланий заказчика, при этом учитывая 20-летний путь, проделанный на западе. Верно конкретно это предположение

или нет, но можно уверенно сказать, что тот вектор, который выбрало руководство отрасли, говорит о том, что в ближайшее время следует ожидать развития отечественных информационных систем моделирования, способных аккумулировать различные данные, закладываемые не только на стадии инженерных изысканий или проектирования, но и в течение всего жизненного цикла сооружения. К одному из основных преимуществ применения информационного моделирования в строительстве можно отнести невозможность ситуации, когда из-за несогласованности действий проектировщиков в выпускаемых альбомах чертежей появляются противоречия. Также информационное моделирование позволяет, например, при получении данных о задержке поставки на объект строительства даже небольших, но критически важных элементов, в автоматическом режиме корректировать календарно-сетевой график строительства или позволять эксплуатирующей компании указывать исполнителям работ места с дефектами элементов здания для их устранения.

Система автоматизации производственных процессов экспертной организации

Немаловажным аспектом в сфере строительства при полноценном переходе от документоориентированного подхода к «цифровой копии» будет деятельность экспертных организаций и надзорных органов. Необходимо будет проводить переобучение большого количества сотрудников, разработать специализированные системы обмена данными, которые должны будут входить в единую систему информационного моделирования (**ЕСИМ**). Следует учитывать, что надзорная деятельность также включает инструментальный контроль, данные которого также должны отображаться в информационной модели. Ниже предлагается принципиальное описание программного комплекса для решения задач информационного моделирования структуры экспертной организации при производстве инструментального контроля при проведении государственного строительного надзора.

Программный комплекс представляет собой систему автоматизации производственных процессов обследований, лабораторных и иных испытаний, а также экспертиз в структуре экспертной организации, привлекаемой для целей государственного строительного надзора. Разработка системы должна производиться с учетом требований нормативных документов, и при разработке системы должен реализовываться «процессный» подход и охватывать все производственные и технологические процессы с учетом места процесса в общей системе процессов, взаимодействия с другими процессами, ответственного за процесс, ролевой модели участников процесса, документооборота и информационного сопровождения процесса. Система должна позволять получать данные о деятельности экспертной организации на всех уровнях управления в режиме реального времени. Необходимо учитывать, что для различных этапов процесса необходимо использовать различные производственные ресурсы: управленческий и производственный персонал, испытательное и измерительное оборудование, материалы, автотранспорт и прочая система должна предусматривать информационное обеспечение: требования проекта, техническое задание на выполнение экспертной работы, нормативную документацию, в соответствии с которой необходимо произвести обследование. Немаловажное значение имеет и возможность получения в формате экранных форм результата выполнения всех этапов (включая выполненные) текущего процесса, а также получения аналитических отчетных форм. Помимо решения основной задачи по интеграции в информационную систему горо-

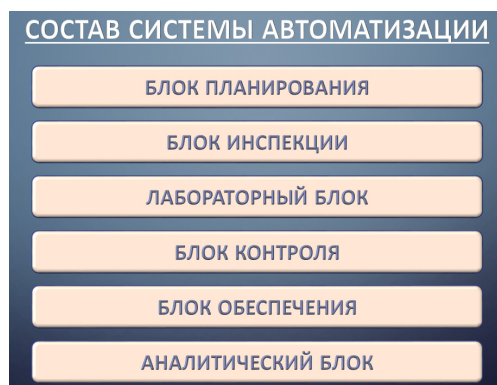


Рис. 1. Состав системы автоматизации

да, такой подход позволит решить целый ряд задач:

- повышение объективности, прослеживаемости, а, следовательно, и достоверности данных за счет качественного увеличения полноты хранимой информации (включая данные фото и видеофиксации, показаний измерительных приборов и т.д. с привязкой геопозиционирования);
- повышение эффективности планирования работ по проведению инструментального контроля;
- улучшение системы управления качеством;
- создание единого реестра объектов капитального строительства;
- формирование единой политики безопасности;
- создание единого архива, содержащего данные как о деятельности организации (подлежащей надзору со стороны органов исполнительной власти), так и о результатах обследований с привязкой не только к объекту, но и к проверяемой конструкции, работе и строительным материалам;
- создание единой информационной платформы с ранжированным доступом к данным;
- введение единообразия для экранных форм и отчетов;
- избавление от рутинных действий, следствием чего является минимизация ошибок при выполнении работ, выполняемых экспертной организацией.

В качестве конкретного примера проекта такой системы предлагается рассмотреть программу автоматизации в экспертной организации (Государственном бюджетном учреждении Москвы «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве» (ГБУ «ЦЭИИС»). Основной целью деятельности ГБУ «ЦЭИИС» является проведение обследований, лабораторных и иных испытаний, а также экспертиз в целях выявления и предупреждения нарушений при осуществлении строительства и реконструкции капитальных объектов в Москве в рамках государственного строительного надзора. В 2022 г. учреждение произвело свыше 20 000 экспертиз в рамках выполнения государственного задания. В перечне выполняемых работ находится свыше 367 определяемых показателей по различным областям инструментального контроля, на основании которых производится оценка соответствия выполненных работ и строительных материалов требованиям проектной документации. Высокая интенсивность работ и ответственность диктуют необходимость применения современных информационных технологий. Помимо различных САПР, необходимых для проведения обследований, в учреждении внедрены система оперативного

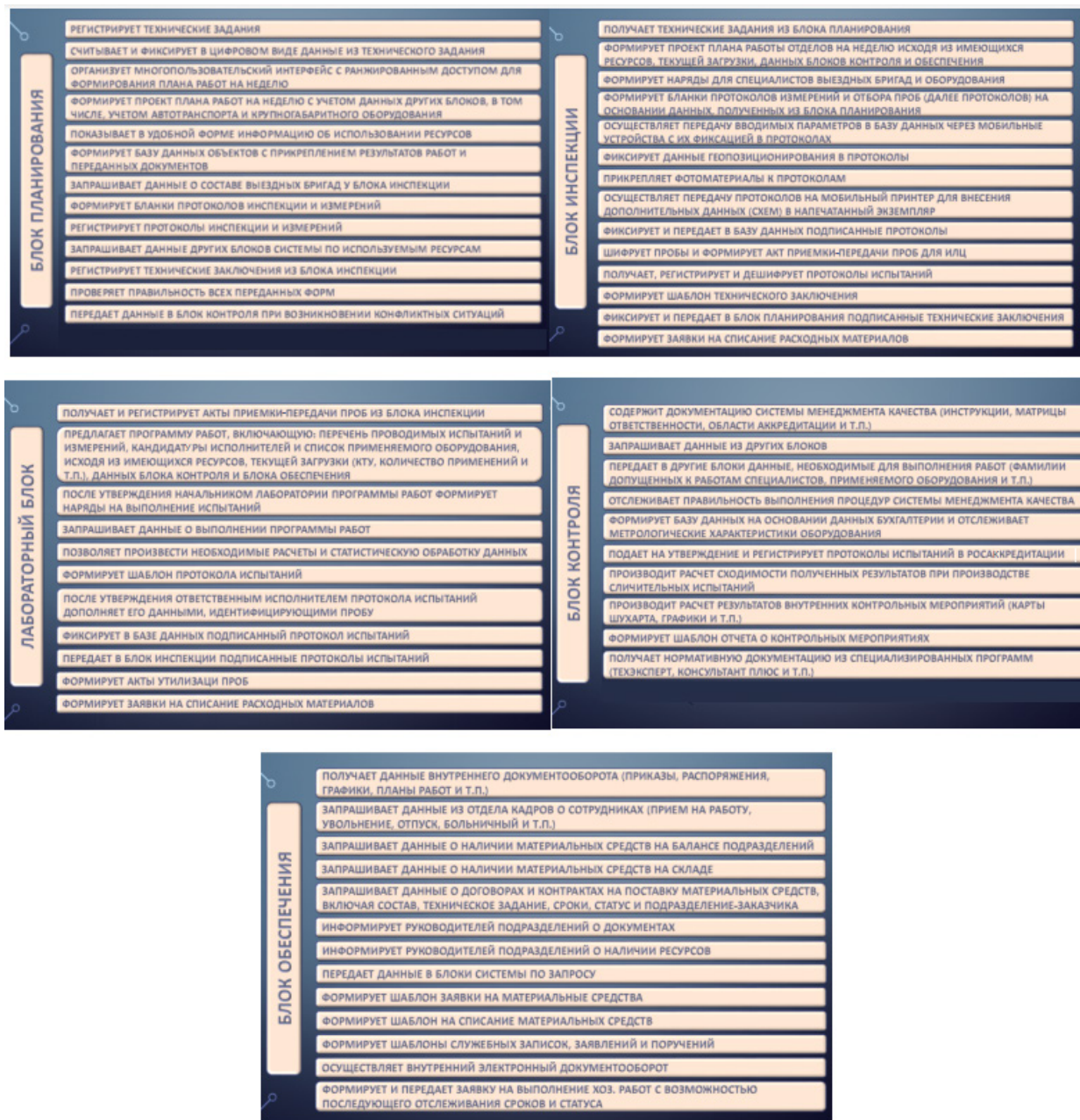


Рис. 3. Задачи, решаемые каждым из блоков

управления Кларис, система СПС Кодекс, 1С, система электронного документооборота МосЭДО. Однако все эти системы не имеют интеграции в единую информационную систему, в связи с чем загрузка, анализ данных и выгрузка различных форм отчетов требуют существенных временных затрат персонала. Для возможности расширения функционала действующих систем управления была разработана концепция информационной системы автоматизации ГБУ «ЦЭИИС», интегрированной в единое цифровое пространство города.

Логически систему можно разделить на следующие блоки (рис. 2).

Далее предлагается рассмотреть задачи, решаемые каждым из блоков (рис. 3).

В качестве примера применения принципов процессного подхода предлагается рас-

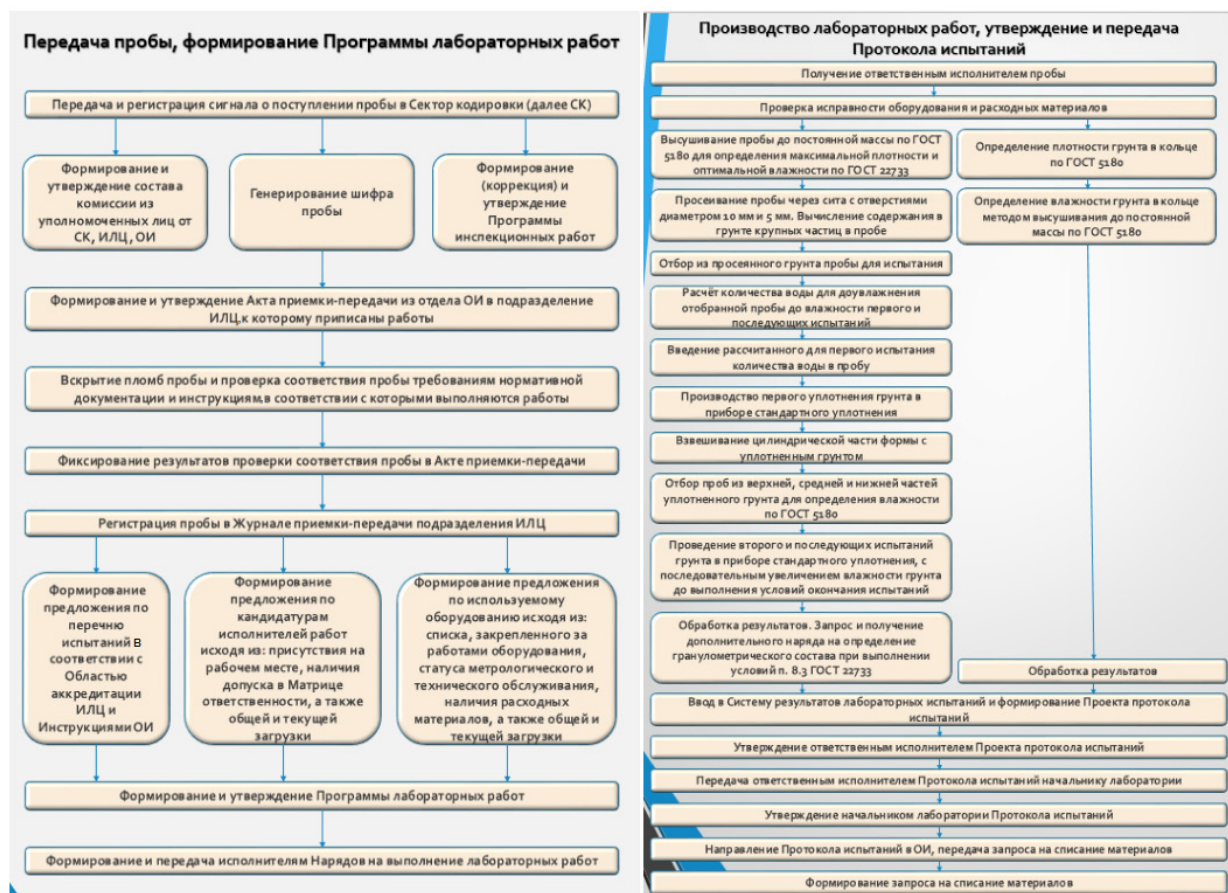


Рис. 4. Выполнение задачи с точки зрения предлагаемой системы автоматизации одним из структурных подразделений ГБУ «ЦЭИИС»

смотреть выполнение задачи с точки зрения предлагаемой системы автоматизации одним из структурных подразделений ГБУ «ЦЭИИС».

Повсеместное внедрение информационных систем – это закономерный процесс развития современного общества, без которого очень тяжело добиться эффективной организации производственных процессов. Если на сегодняшний день применение систем информационного моделирования – это, скорее, конкурентное преимущество, то при сохранении текущего вектора развития можно с большой долей уверенности сказать, что через несколько лет, особенно учитывая ситуацию с оттоком рабочей силы, это станет необходимостью существования, как сейчас использование компьютеров для создания документов или, например, работы с проектами зданий. Информационное моделирование не происходит мгновенно, для создания и внедрения подобных систем нужны годы работы специализированных компаний и специалистов в различных сферах. Уход с рынка основных мировых лидеров в области разработки комплексов для BIM-моделирования создал новые условия развития информационных технологий в России. Путь, при котором строительная отрасль фактически опиралась на Revit, приспособившая западные подходы к организации проектирования и строительства к отечественной школе, сейчас имеет очень неоднозначные перспективы. Однако это же может позволить переориентировать российский рынок на своих производителей и поставщиков программного обеспечения. Эта точка является

поворотной для отрасли и сейчас решается, будет ли российская строительная отрасль, а значит, во многом и российская экономика, по-современному эффективной.

Литература

1. Муравлева, Т.В. Проект «Цифровой город» как вектор развития цифровой экономики в регионе / Т.В. Муравлева // Экономическая безопасность и качество. – 2018. – № 3.
2. Фролова, Е.А. Цифровая экономика: муниципальный аспект / Е.А. Фролова, Е.Г. Щербань // Промышленность: экономика, управление, технологии. – 2019. – № 1(75).
3. Семина, А.Е. Интеграция BIM-ГИС как инструмент создания цифрового двойника города: проблемы и перспективы / А.Е. Семина, Т.А. Максимов // Вестник СГЭУ. – 2019. – № 1(75).
4. Рожков, Е.В. Анализ цифровизации российских городов / Е.В. Рожков // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. – 2021. – № 4. – С. 325–341.
5. Соловьева, И.А. Мировые и российские тенденции развития городов: интеграция, глобализация, конкуренция и кластеризация городов / И.А. Соловьева // Региональная экономика: теория и практика. – 2016. – № 12(435).
6. Волгина, Д.А. Концепция устойчивого развития «умный город» в России / Д.А. Волгина // Трансформация национальной социально-экономической системы России : Материалы I Международной научно-практической конференции. – М. : Российский государственный университет правосудия, 2019. – С. 125–129.
7. ГОСТ 34.602-89. Информационные технологии. Набор стандартов для автоматизированных систем. Техническое задание на создание автоматизированной системы.
8. ГОСТ 34.201-89. Информационные технологии. Набор стандартов для автоматизированных систем. Виды, комплектность и назначение документов при создании автоматизированных систем.
9. ГОСТ 34.003-90. Информационные технологии. Набор стандартов для автоматизированных систем. Термины и определения.
10. ГОСТ 34.603-92. Информационные технологии. Виды испытаний автоматизированных систем.
11. ГОСТ 19.101. Единая система документации по программному обеспечению.
12. «Цифровой двойник Москвы» стал победителем премии ComNews Awards [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.mos.ru/news/item/117062073/?ysclid=ld303p1hse720461434>.
13. Цифровой двойник города [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://цдг.рф>.
14. Сергей Волков. Похороним BIM | Данные | ЕСИМ | Онтология [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.youtube.com/watch?v=UHceMJs8U1A&list=PL18yzNu3wFujvN-y_otJ9g1E_2g1tBeEL&index=16.
15. Цифровой двойник города [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://digitalr.ru/wp-content/uploads/2021/07/prezentaciya-skolkovo.pdf?ysclid=ld3072es12262251166>.
16. Ассоциация СРО «Центризыскания» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://sro-ciz.ru/index.php?page=information/_branch-news/&brenchnews=2416&ysclid=ld338hjdc1816221967.

17. «Цифровой двойник Москвы» стал победителем премии ComNews Awards [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://icmos.ru/news/cifrovoy-dvoynik-moskvy-stal-pobeditelem-premii-comnews-awards>.

References

1. Muravleva, T.V. Projekt «Tsifrovoy gorod» kak vektor razvitiya tsifrovoy ekonomiki v Velikobritanii / T.V. Muravleva // Ekonomicheskaya bezopasnost' i kachestvo. – 2018. – № 3.
2. Frolova, Ye.A. Tsifrovaya ekonomika: munitsipal'nyy aspekt / Ye.A. Frolova, Ye.G. Shcherban' // Promyshlennost': ekonomika, upravleniye, tekhnologii. – 2019. – № 1(75).
3. Semina, A.Ye. Integratsiya BIM-GIS kak instrument sushchestvovaniya dvoynika goroda: problemy i perspektivy / A.Ye. Semina, T.A. Maksimov // Vestnik SGEU. – 2019. – № 1(75).
4. Rozhkov, Ye.V. Analiz tsifrovizatsii rossiyskikh gorodov / Ye.V. Rozhkov // Vestnik Permskogo gosudarstvennogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Sotsial'no-ekonomicheskiye nauki. – 2021. – № 4. – S. 325–341.
5. Solov'yeva, I.A. Mirovyie i rossiyskiye perspektivy razvitiya gorodov: integratsiya, globalizatsiya, konkurentsia i klasterizatsiya gorodov / I.A. Solov'yeva // Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika. – 2016. – № 12(435).
6. Volgina, D.A. Kontseptsiya ustoychivogo razvitiya «umnyy gorod» v Rossii / D.A. Volgina // Transformatsiya natsional'noy sotsial'no-ekonomicheskoy sistemy Rossii : Materialy I spetsializirovannoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – M. : Rossiyskiy gosudarstvennyy universitet projektov, 2019. – S. 125–129.
7. GOST 34.602-89. Informatsionnyye tekhnologii. Nabor nastroyek dlya avtomatizirovannykh sistem. Tekhnicheskoye zadaniye na sozdaniye sistemy bezopasnosti.
8. GOST 34.201-89. Informatsionnyye tekhnologii. Nabor nastroyek dlya avtomatizirovannykh sistem. Vidy, komplektnost' i naznacheniyе dokumentov pri srbatyvanii avariynnykh sistem.
9. GOST 34.003-90. Informatsionnyye tekhnologii. Nabor nastroyek dlya avtomatizirovannykh sistem. Terminy i opredeleniya.
10. GOST 34.603-92. Informatsionnyye tekhnologii. Vidy ispytaniy promyshlennykh sistem.
11. GOST 19.101. Yedinaya sistema dokumentatsii po programmnomu interfeysu.
12. «Tsifrovoy dvoynik Moskvy» stal pobeditelem premii ComNews Awards [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.mos.ru/news/item/117062073/?ysclid=ld303plhse720461434>.
13. Tsifrovoy dvoynik goroda [Electronic resource]. – Access mode : <https://tsdg.rf>.
14. Sergey Volkov. Pokhoronim BIM | Dannyye | YESIM | Ontologiya [Electronic resource]. – Access mode : https://www.youtube.com/watch?v=UHceMJs8U1A&list=PL18yzNu3wFyjn-y_otJ9g1E_2g1tBeEL&index=16.
15. Tsifrovoy dvoynik goroda [Electronic resource]. – Access mode : <https://digitalr.ru/wp-content/uploads/2021/07/prezentacziya-skolkovo.pdf?ysclid=ld3072es12262251166>.
16. Assotsiatsiya SRO «Tsentrizyskaniya» [Electronic resource]. – Access mode : https://sro-ciz.ru/index.php?page=information/_branch-news/&brenchnews=2416&ysclid=ld338hjdci816221967.
17. «Tsifrovoy dvoynik Moskvy» stal pobeditelem premii ComNews Awards [Electronic resource]. – Access mode : <https://icmos.ru/news/cifrovoy-dvoynik-moskvy-stal-pobeditelem-premii-comnews-awards>.

**Prospects for the Development and Application of Digital Technologies
in the Construction Sector and in Expert Organizations Involved
in State Construction Supervision**

M.S. Rivanenko, O.I. Kutsevich

*National Research University Moscow State University of Civil Engineering,
Moscow (Russia)*

Key words and phrases: digital technologies; construction; information modeling; automation.

Abstract. Using the example of the Moscow Digital Twin project, the prospects for the development of digital technologies in the construction sector are assessed, as well as a brief analysis of the development of BIM in Russia is given and some prospects for the further development of information modeling in our country are described. There are also proposals for the introduction of automation into the structure of expert organizations involved in state construction supervision.

© М.С. Риваненко, О.И. Куцевич, 2023

УДК 624.05

Выбор способа производства строительных работ по совокупности технологических карт

С.А. Синенко, Б.В. Жадановский, Т.Ю. Познахирко,
Е. Подорога

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный
университет»,
г. Москва (Россия)*

Ключевые слова и фразы: выбор способа производства строительных работ; технологическая карта.

Аннотация. Целью предлагаемой статьи является провести анализ существующих систем выбора рациональных организационно-технологических решений на базе современных технологий проектирования и автоматизировать их. Предлагается на базе технологий информационного моделирования объектов создать банк типовых технологических карт, из которого методом исследования критериев на основе модифицированных генетических алгоритмов выбирается наиболее рациональная ТК для данного вида работ. В статье рассмотрены вопросы выбора способа производства строительных работ по совокупности технологических карт выполнения строительно-монтажных работ. Представлены результаты анализа выбора основных методов производства работ, влияющих на эффективность строительного производства.

Введение

Организационно-технологическое проектирование является важнейшим элементом подготовки строительного производства и включает в себя задачи моделирования строительных процессов при возведении объектов. В связи с этим возникает необходимость совершенствования методов проектирования организации строительного производства и производства строительно-монтажных работ с учетом технологий информационного моделирования (ТИМ) и автоматизации выбора организационно-технологических решений [1; 11].

При решении задачи автоматизации выбора способа производства строительных работ по совокупности технологических карт (ТК) была разработана модель многокритериальной оптимизации, основанная на генетических алгоритмах, для выбора наиболее подходящего аналога типовой ТК [1; 2; 5; 7].

ТК, входящие в состав проекта производства работ (ППР), обычно разрабатывают на сложные виды работ и работы, выполняемые новыми методами. По ТК устанавливают технологическую последовательность строительных процессов, составляют недельно-суточные графики и наряды на производство работ. Их используют при обосновании продолжительности строительства объектов в календарных планах и сетевых графиках [1; 2; 7; 11].

Если увязать алгоритм автоматизированного выбора типовой ТК с программой информационного моделирования, становится возможным применение методики не только для проектирования, но и для реального производства работ. Например, при производстве каменных работ с помощью роботов-каменщиков, работа которых осуществляется на базе информационной модели здания посредством выбора необходимой ТК.

Материалы и методы

Современные методы и приемы организации строительного производства подразумевают использование информационного моделирования (BIM), которое предполагает создание единой информационной модели строительного объекта необходимой базы для ее создания и их использование и развитие на различных стадиях проектирования, а также на этапах строительства и эксплуатации [1; 2; 4; 5; 12].

Информационное моделирование зданий (BIM) – процесс коллективного создания и использования информации о здании, формирующий надежную основу для всех решений на протяжении жизненного цикла объекта (от самых ранних концепций до рабочего проектирования, строительства, эксплуатации и сноса). Инструментарий BIM призван исключить избыточность, повторный ввод и потерю данных, ошибки при их передаче и преобразовании [1; 3; 7].

Как указывалось выше, с целью оптимального выбора ТК из информационной базы по исследованным критериям разработана методика на базе модифицированных генетических алгоритмов (GA). Методика GA предлагает использование трех вариантов оптимизации:

- соблюдение необходимой продолжительности проекта;
- минимизация показателей стоимости проекта;
- минимизация показателей механовооруженности;
- минимизация показателей трудоемкости процессов.

Целевая функция имеет следующий вид:

$$\text{Минимизация } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} K_{ij} + I \times D + P \times \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} K_{ij}. \quad (1)$$

При ограничении $D \leq T$, где n – число работ в проекте; m_i – число альтернатив ТК процесса i ; C_{ij} – прямые издержки на процесс, когда выбирается альтернатива j ; K_{ij} – двоичная переменная процесса i , когда выбирается альтернатива j , то K_{ij} равна 1, иначе K_{ij} равна 0; I – косвенные издержки на проект в единицу времени; D – время выполнения процесса; T – требуемое время выполнения процесса; P – косвенный процент издержек.

Процессу должна быть выбрана одна из возможных типовых технологических карт, наиболее оптимальная. При этом необходимо соблюдение временных и ресурсных ограничений, которые возможно представить следующим образом:

$$\text{– связь вида (окончание-начало) } S_B \geq S_A + D_{Aj} + L_{AB}; \quad (2)$$

$$\text{– связь вида (начало-начало) } S_B \geq S_A + L_{AB}; \quad (3)$$

$$- \text{ связь вида (окончание-окончание) } S_B + D_{Bj} \geq S_A + D_{Aj} + L_{AB}; \quad (4)$$

$$- \text{ связь вида (начало-окончание) } S_B + D_{Bj} \geq S_A + L_{AB}, \quad (5)$$

где S_B – время начала процесса B ; S_A – время начала процесса A ; D_{Aj} – продолжительность процесса A , когда выбирается альтернатива j ; D_{Bj} – продолжительность процесса B , когда выбирается альтернатива j ; L_{AB} – технологический перерыв.

Модель автоматизации на базе модифицированных генетических алгоритмов разработана с учетом ускорения получения оптимального выбора ТК за счет оценки неэффективных решений в процессе работы алгоритма и их отсеивания. На этапе формирования информационной базы ТК (популяции) для каждого технологического процесса проверяется ее повторяемость. Если в популяции существуют одинаковые особи, то окончательный выбор оптимального варианта будет осуществлен с учетом исследованных критериев и весов их влияния, установленных экспертами [8]. Кроме того, каждая ТК проверяется на возможность применения и адаптированность к заданным условиям [1; 3; 4].

Популяция подвергается оценке, отбирается, размножается и обновляется до тех пор, пока не выполняются условия для остановки алгоритма. Благодаря этому будет выбрана особь с наилучшими показателями приспособленности к данному проекту.

Иными словами, принцип работы алгоритма заключается в следующем – после отбора наиболее подходящих технологических карт по наименованию и конструктивным особенностям при возникновении проблемы дальнейшего выбора ТК алгоритм отдает предпочтение ТК:

- в первую очередь, с меньшей стоимостью;
- во вторую очередь, с наименьшей продолжительностью;
- в третью очередь, с наименьшим значением механовооруженности;
- в четвертую очередь, с наименьшим значением трудозатрат.

Результаты

Каждая технологическая карта определена уникальным идентификационным номером (id), по которому выполняется запрос. В свою очередь, вид работ, в котором содержится карта, также определяется своим идентификационным номером.

Так, электронный справочник ориентирован на персональные и мобильные компьютеры. Он разработан для *WEB*-ресурсов, следовательно, его совместимость свободна к любым платформам, а дальнейшая разработка и обновление системы не создают пользователям никаких проблем, так как система расположена в облаке.

Для работы с базой данных подключен набор классов *QtSq1*, для работы с базами данных с использованием языка структурированных запросов – *SQL*, класс *QSqlDatabase* – для представления соединения с базой.

Для демонстрации работы алгоритма по совершенствованию принятия основных технических решений (**ОТР**) при производстве каменных работ была составлена матрица параметров из информационной базы ТК, в которой представлены параметры из ТК: стоимость, продолжительность, механовооруженность, трудозатраты [1; 9].

Типовые технологические карты сравниваются по значению веса влияния критериев на проект. В результате расставляется приоритетность в выборе и по итогу суммарный вес влияния критериев на проект больший у выбранной ТК, которая и будет выбрана алгоритмом для использования при производстве строительно-монтажных работ в проекте по возведению здания [8; 10].

При решении конкретных целевых задач, содержащихся в ТК, последние должны

обеспечить полное соответствие входных и выходных данных этих задач требованиям нормативно-методической документации.

Программные модули, автоматизирующие решение конкретных задач, должны обладать расчетными и графическими компонентами. Программы должны иметь сформированную нормативно-методическую базу, содержащую текстовые, цифровые, табличные и графические материалы. В базу необходимо включить нормативные и справочно-методические документы.

Программные модули обязаны обеспечить: выбор крана по параметрам груза и высоте поднятия; вычерчивание крана с привязкой к объектам стройплощадки; расчет потребности в инвентарных административно-бытовых зданиях; формирование технологических схем; автоматизированное проектирование котлованов; выбор эффективного варианта использования землеройной и транспортной техники; расчет водопонижения котлованов и траншей; выбор грузозахватных приспособлений; расчет и подбор осветительного оборудования; расчет нагрузок и расхода электроэнергии на строительно-монтажных работах; расчет потребности в складских площадках.

Необходимо, чтобы выходные данные работы расчетных модулей программ представляли собой оформленную по действующим стандартам организационно-технологическую документацию в виде расчетных, графических, формализованных текстовых материалов. Сформированная подобным образом документация без каких-либо доработок могла бы использоваться подрядчиком при строительстве объекта [1; 11; 7].

Подбор кранов осуществляется на основании выбранного типоразмера свай. Из информационной базы данных выбираются копры, технические характеристики которых позволяют погружать сваи выбранного диаметра и массы. Кроме того, в базе данных присутствует и другая строительная техника.

Новый функционал и постоянное обновление баз данных программы может стать прорывом в разработке организационно-технической документации. Поэтому приоритетной для разработчиков является реализация пожеланий, полученных в порядке обратной связи [12].

Что касается пользователей, то в рядах экспертов и конструктивных критиков разработчики надеются видеть тех, кто непосредственно связан с разработкой технологических карт и внедрением новых технологий строительства [7; 11; 13].

Обсуждение

Вопросы комплексного использования информационных ресурсов, объединения функциональных возможностей разных программных средств, создания информационных моделей различных процессов и объектов, развития методов и алгоритмов обработки и представления информации широко обсуждаются научным сообществом [1; 11].

Распоряжением Правительства Российской Федерации № 1 632-р от 28.07.2017 была принята Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Одним из направлений развития цифровой экономики был назван быстрый переход на новые стандарты, обеспечивающие использование современных технологий.

Выводы

В настоящее время перспективы развития предложенных инструментов видятся прежде всего в развитии *BIM*-технологий. Сейчас выделяют четыре уровня зрелости *BIM*, по-

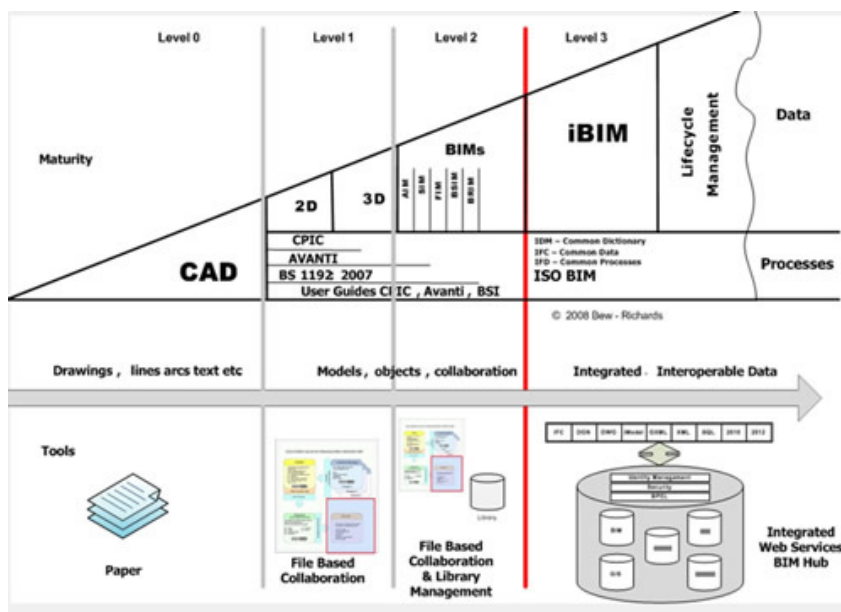


Рис. 1. Диаграмма уровней зрелости BIM

казывающих, насколько развиты технологии BIM. Диаграмма уровней зрелости BIM разработана Марком Бью и Мервином Ричардсом для описания различных уровней информационного моделирования BIM в Великобритании, она представлена на рис. 1.

На диаграмме показана эволюция обмена информацией об объектах капитального строительства на всех стадиях жизненного цикла, которая не осуществляется, либо осуществляется на бумажных носителях, до обмена информацией об объектах капитального строительства и недвижимости на всех стадиях жизненного цикла, которая осуществляется всеми участниками BIM-проекта, а все работы проводятся посредством использования единой информационной модели [12].

Расчет необходимых параметров производства строительно-монтажных и специальных работ в составе технологической карты, автоматизированный выбор методов производства строительно-монтажных работ (СМР) на основе подбора необходимых ТК посредством BIM-технологии являются верными, что подтверждается теоретическим анализом и практикой использования выбора способа производства строительных работ по совокупности технологических карт.

Литература

1. Автоматизация организационно-технологического проектирования в строительстве : Учебник / С.А. Синенко, В.М. Гинзбург, В.Н. Сапожников [и др.]. – Саратов : Издательство АСВ, 2013. – 240 с.
2. Sinenko, S. Construction machines requirement for the building site / S. Sinenko, V. Zhadanovsky, V. Obodnikov // Web of Conferences. – 2019. – Vol. 110. – P. 01036.
3. Развитие методов технологии и организации строительного производства для решения проблем энергоэффективности / А.В. Ишин, А.А. Лапидус, В.И. Теличенко [и др.] // Технология и организация строительного производства. – 2014. – № 2. – С. 10–16.

4. Kazaryan, R.R. System-targeted approach to the integrated use of transport in the interests of life safety / R.R. Kazaryan // MATEC Web of Conferences, 2018.
5. Синенко, С.А. К вопросу совершенствования форм отображения норм и нормативов по организации и технологии строительства / С.А. Синенко, Е.Д. Данилова // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2018. – № 5(1005). – С. 54–55.
6. Синенко, С.А. Применение современных информационных технологий для формирования технологических карт выполнения строительных процессов / С.А. Синенко // Евразийский союз ученых. – 2015. – № 5-3(14). – С. 149–151.
7. Познахирко, Т.Ю. Обобщение отечественных прогрессивных организационно-технологических решений при возведении высотных зданий / Т.Ю. Познахирко // Научное обозрение. – 2016. – № 15. – С. 54–58.
8. Познахирко, Т.Ю. Особенности организации производства высотного строительства в России / Т.Ю. Познахирко // Научное обозрение. – 2017. – № 14. – С. 110–114.
9. Познахирко, Т.Ю. Некоторые особенности организации производства строительства высотных зданий / Т.Ю. Познахирко // Перспективы науки. – 2018. – № 12(111). – С. 15–19.
10. Познахирко, Т.Ю. Выбор комплекта машин для возведения объекта в заданный срок / Т.Ю. Познахирко // Строительное производство. – 2021. – № 1. – С. 33–38.
11. Sinenko, S. E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum Sustainable Development of Industrial Region, 2021.
12. Познахирко, Т.Ю. Особенности внедрения BIM в процесс разработки проектной документации / Т.Ю. Познахирко, Д.В. Топчий // Строительное производство. – 2020. – № 1. – С. 69–72.

References

1. Avtomatizatsiya organizatsionno-tekhnologicheskikh protsessov v stroitel'stve: Uchebnik / S.A. Sinenko, V.M. Ginzburg, V.N. Sapozhnikov [i dr.]. – Saratov : Izdatel'stvo ASV, 2013. – 240 s.
3. Razvitiye metodov tekhnologiy i organizatsii stroitel'nogo proizvodstva dlya resheniya problem energoeffektivnosti / A.V. Ishin, A.A. Lapidus, V.I. Telichenko [i dr.] // Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva. – 2014. – № 2. – S. 10–16.
5. Sinenko S.A. K voprosu s primeneniym form predstavleniya norm i normativov po organizatsii i tekhnologiyam stroitel'stva / S.A. Sinenko, Ye.D. Danilova // BST: Byulleten' stroitel'noy tekhniki. – 2018. – № 5(1005). – S. 54–55.
6. Sinenko S.A. Primneniye sovremennykh informatsionnykh tekhnologiy dlya formirovaniya tekhnologicheskoy karty vypolneniya stroitel'nykh protsessov / S.A. Sinenko // Yevraziyskiy soyuz uchenykh. – 2015. – № 5-3(14). – S. 149–151.
7. Poznakhirko, T.YU. Obobshcheniye otechestvennykh krupnykh organizatsionno-tekhnologicheskikh resheniy pri priblizhenii vysotnykh zdaniy / T.YU. Poznakhirko // Nauchnoye obozreniye. – 2016. – № 15. – S. 54–58.
8. Poznakhirko, T.YU. Osobennosti organizatsii proizvodstva vysotnogo stroitel'stva v Rossii / T.YU. Poznakhirko // Nauchnoye obozreniye. – 2017. – № 14. – S. 110–114.
9. Poznakhirko, T.YU. Nekotoryye osobennosti organizatsii stroitel'stva vysotnykh zdaniy / T.YU. Poznakhirko // Perspektivy nauki. – 2018. – № 12(111). – S. 15–19.
10. Poznakhirko, T.YU. Vybor komplekta mashin dlya vyyezda na ob"yekt v zadannyi srok /

T.YU. Poznakhirko // Stroitel'noye proizvodstvo. – 2021. – № 1. – S. 33–38.

11. Sinenko, S. E3S Web of Conferences. Ural'skiy ekologicheskiy nauchnyy forum «Ustoychivoye razvitiye promyshlennogo regiona», 2021.

12. Poznakhirko, T.YU. Osobennosti primeneniya BIM v protsesse razrabotki proyektnoy dokumentatsii / T.YU. Poznakhirko, D.V. Topchiy // Stroitel'noye proizvodstvo. – 2020. – № 1. – S. 69–72.

The Choice of the Method of Production of Construction Works According to the Set of Technological Maps

S.A. Sinenko, B.V. Zhadanovskiy, T.Yu. Poznakhirko, Ye. Podoroga

*National Research University Moscow State University of Civil Engineering,
Moscow (Russia)*

Key words and phrases: choice of the method of production of construction works; technological map.

Abstract. The purpose of the article is to analyze the existing systems for choosing rational organizational and technological solutions based on modern design technologies and automate them. It is proposed to create a bank of standard technological maps on the basis of object information modeling technologies, from which the most rational technological map for this type of work is selected by the method of criteria research based on modified genetic algorithms. The article considers the issues of choosing the method of construction works according to the set of technological maps of construction and installation works. The results of the analysis of the choice of the main methods of work that affect the efficiency of construction production are presented.

© С.А. Синенко, Б.В. Жадановский, Т.Ю. Познахирко, Е. Подорога, 2023

УДК 504.75

Оценка экологических рисков, обусловленных воздействием разливов нефтепродуктов

А.Ф. Максименко¹, О.А. Мишина², С.В. Остах¹

¹ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»,
г. Москва (Россия);

²Национальная Ассоциация по предупреждению
и ликвидации нефтеразливов, Москва (Россия)

Ключевые слова и фразы: загрязнение; модель; мониторинг; оценка; прогноз; риск; сценарий; ущерб.

Аннотация. Цель исследования – формализация прогнозирования последствий вероятного воздействия разливов нефтепродуктов. Для достижения этой цели предложены сценарная и логико-информационная модели оценки соответствующих экологических рисков и управления ими. Рассмотрены особенности оценки экологических рисков, обусловленных воздействием разлитых нефтепродуктов, относительно прогнозно-аналитической оценки вероятности попадания смеси углеводородов в результате действий человека в окружающую среду, ее загрязнения, а также неблагоприятных последствий для здоровья населения и деятельности организаций.

В настоящее время имеются предпосылки формирования единого междисциплинарного методологического подхода, определяющего порядок проведения риск-анализа разливов нефтепродуктов и количественной оценки их последствий.

Разлив нефтепродуктов представляет собой в той или иной мере риск, который никогда не равен нулю. Отсюда следует, что любое мероприятие, направленное на предотвращение рассматриваемых угроз, не может исключить риск, а способно лишь его уменьшить.

Масштабное и продолжительное загрязнение различных компонентов окружающей среды в результате эксплуатационных и аварийных разливов нефтепродуктов обуславливает необходимость количественного анализа экологических рисков [1]. Их оценка позволяет получить, при задаваемом уровне информированности, однозначную корреляцию между характеристиками поражающих факторов и вероятностью негативных последствий [2].

Совокупность учитываемых факторов определяется территориальной спецификой процесса миграции углеводородных флюидов и непосредственно определяет потенци-

альные риски от достижения углеводородами компонентов окружающей среды и критических объектов природопользования.

Под оценкой экологических рисков, обусловленных воздействием разлитых нефтепродуктов, понимается своевременное выявление и прогнозно-аналитическая оценка вероятности попадания смеси углеводородов в результате действий человека в окружающую среду, ее загрязнения, а также неблагоприятных последствий для здоровья населения и деятельности организаций.

Применяемый методологический подход [3–5] основывается на следующих ключевых принципах:

- 1) «частичной предсказуемости» причин, мест возникновения и экологических последствий;
- 2) «приемлемого риска» при реализации риск-ориентированного подхода;
- 3) «открытости» предоставления возможности выбора используемых ресурсов, построенных на единых методических принципах и положениях;
- 4) «эмерджентности», который предполагает построение прогнозов на основе моделей и комплекса прогнозируемых показателей;
- 5) «динамичности», который определяет постоянство обновления и интерпретацию данных, их современного использования и архивирования.

Прогнозирование последствий вероятных разливов нефтепродуктов предусматривает учет следующих модельных представлений:

- 1) частичная предсказуемость негативных событий, их типизация и формализация;
- 2) частичная предсказуемость фазового состояния объекта – источника загрязнения окружающей среды;
- 3) слабая предсказуемость зоны риска и действие в ней основного поражающего фактора относительно расчетного сценария;
- 4) непредсказуемость или ограниченность алгоритмического построения последовательности событий (сценариев), связанных с возможностями распространения нефтяного разлива.

Количественная оценка рассматриваемого случая экологических рисков [6; 7] включает в себя возможные последствия разливов нефтепродуктов и границы их районирования.

Проведение работ по сценарному моделированию предусматривает количественный анализ соответствующих экологических рисков с использованием следующих показателей: оценка риска, объемов и эколого-экономических последствий аварий и катастроф; количественная оценка риска для отдельных объектов или районов с учетом сезонных различий, с выявлением при этом основных причин и поражающих факторов на фоне естественных природных трендов; разработка мероприятий по прогнозированию негативных последствий и принятие адекватных решений для минимизации ущерба; возможность привлечения к ответственности виновников.

Форма представления итоговых результатов прогнозирования должна обеспечивать их сопоставимость как со статистическими данными, так и с результатами прогнозирования с использованием статистических и структурных моделей и соответствующих экспертно-значимых данных. Кроме того, должна предусматриваться возможность уточнения результатов прогнозирования путем использования более достоверных исходных данных.

Различные масштабы инцидентов, характеризуемых экологическими рисками, могут оцениваться относительно ущерба для окружающей среды, который выражается в нару-

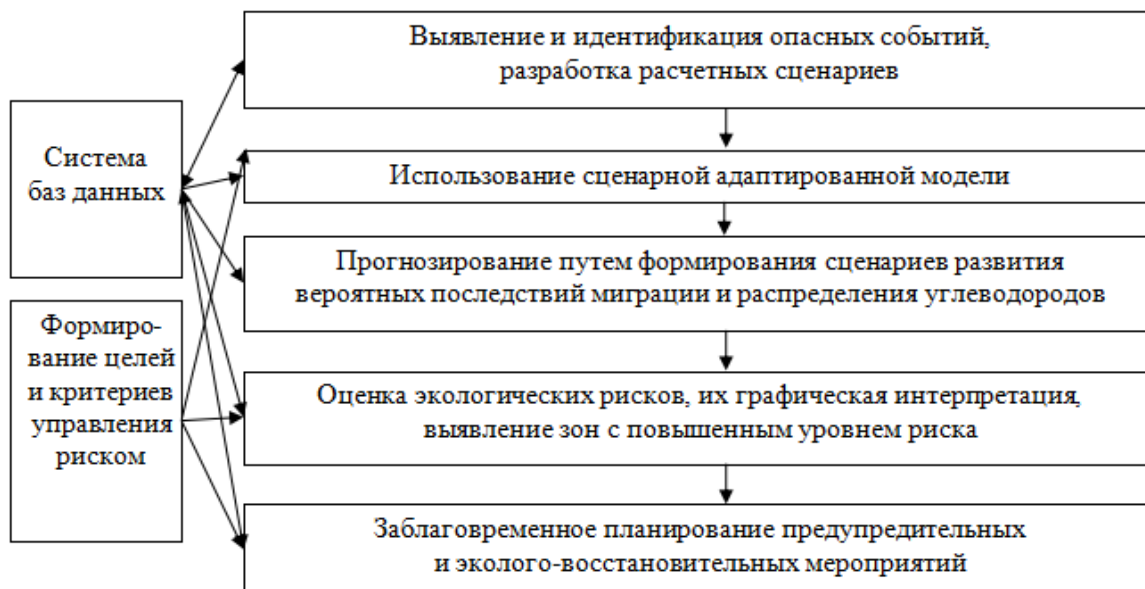


Рис. 1. Логико-информационная модель управления экологическими рисками

шении химического состава грунтовых вод и почв, а также в резком сокращении или нарушении флоры и фауны [8; 9].

Количественная оценка экологического риска осуществима с использованием адаптированной сценарной модели [10]:

$$R_{\mathcal{O}} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^l \lambda_i \cdot P_{ij} \cdot P_{ijk} \cdot Y_{ijk},$$

где $R_{\mathcal{O}}$ – числовое значение экологического риска, объединяющего вероятность его возникновения и указанных выше последствий; $i = 1 \dots n$ – количество расчетных сценариев; $j = 1 \dots m$ – количество учитываемых при реализации i -го расчетного сценария поражающих факторов; $k = 1 \dots l$ – количество компонентов окружающей среды; λ_i – частота реализации i -го расчетного сценария; P_{ij} – вероятность реализации j -го вида поражающего фактора для i -го сценария; P_{ijk} – вероятность причинения ущерба k -му компоненту окружающей среды; Y_{ijk} – экологический ущерб для k -компонента окружающей среды под воздействием j -го поражающего фактора для i -го расчетного сценария.

Полный цикл управления экологического риска (рис. 1) в формате логико-информационной модели включает:

- прогнозирование последствий вероятных разливов нефтепродуктов путем формирования сценариев развития вероятных экологических последствий;
- формирование целей и критериев управления риском;
- заблаговременное планирование предупредительных и эколого-восстановительных мероприятий на технологической платформе [11];
- комплексную оценку состояния водных объектов и прилегающей территории [12–14].

Наилучшие результаты в области минимизации экологического ущерба могут быть до-

стигнуты путем внедрения комплексной системы постоянного многоуровневого экологического контроля, которая учитывает количественные оценки состояния окружающей среды и прогнозирует ее изменения.

Описанный подход позволяет автоматизированно увязать воедино качественные показатели проделанных работ с конкретными временными интервалами с целью оптимального по времени проведения процесса ликвидации последствий разливов нефтепродуктов с оценкой фактического или прогнозируемого состояния окружающей среды.

Литература

1. Шмаль, А.Г. Факторы экологической опасности & экологические риски / А.Г. Шмаль. – Бронницы : Издательство МП «ИКЦ БНТВ», 2010. – 193 с.
2. Галеев, А.Д. Анализ риска аварий на опасных производственных объектах : учебное пособие / А.Д. Галеев, С.И. Поникаров; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2017. – 152 с.
3. Промышленная экология : учебник для высших учебных заведений Министерства образования и науки Российской Федерации / В.Н. Азаров, А.И. Ажгиревич, В.В. Гутенев [и др.]. – 2-е издание, дополненное. – Волгоград : ПринТерра-Дизайн, 2013. – 460 с.
4. Остак, С.В. Концепция создания эшелонированной системы защиты природно-антропогенных комплексов / С.В. Остак, О.С. Остак, Н.Ю. Ольховикова // Экология и промышленность России. – 2019. – Т. 23. – № 3. – С. 54–59.
5. Огняник, Н.С. Основы изучения загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами / Н.С. Огняник, Н.К. Парамонова, А.Л. Брикс, И.С. Пашковский, Д.В. Коннов. – Киев : А.П.Н., 2006. – 278 с.
6. Колесникова, Е.В. Региональные факторы риска возникновения техногенных катастроф / Е.В. Колесникова, К.А. Ерофеева // Успехи современной науки. – 2016. – Т. 1. – № 6. – С. 148–152.
7. Дмитриев, В.Г. Оценка экологического риска. Аналитический обзор публикаций / В.Г. Дмитриев // Арктика и север. – 2014. – № 14. – С. 126–147.
8. Музалевский, А.А. Экологические риски: теория и практика / А.А. Музалевский, Л.Н. Карлин ; Российский государственный гидрометеорологический университет. – СПб : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2011. – 448 с.
9. Сугак, Е.В. Современные методы оценки экологических рисков / Е.В. Сугак // Европейский журнал социальных наук. – 2014. – № 5-2(44). – С. 427–433.
10. Медведева, С.А. Экологический риск. Общие понятия, методы оценки / С.А. Медведева // XXI век. Техносферная безопасность. – 2016. – Т. 1. – № 1(1). – С. 67–81.
11. Остак, С.В. Методика выбора технологий локализации и ликвидации нефтяных и нефтехимических загрязнений / С.В. Остак, Н.Ю. Ольховикова // Химическая техника. – 2018. – № 5. – С. 20–24.
12. Ostakh, S.V. Methodological Basis of Ecological zoning of Disturbed and Contaminated Areas using SMART Technologies / S.V. Ostakh // «Components scientific and technological progress» – 2022. – № 5(71). – P. 11–17.
13. Фомин, В.В. Экологическое картирование территории в условиях антропогенных воздействий разной природы и силы / В.В. Фомин // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 12(104). – С. 7–8.
14. Гогоберидзе, Г.Г. Оценка экологических рисков антропогенного воздействия на при-

морские муниципалитеты восточной части Финского залива (русский/English) / Г.Г. Гогоберидзе, Ю.А. Леднова // Региональная экология. – 2015. – № 4(39). – С. 147–163.

References

1. Shmal', A.G. Faktory ekologicheskoy opasnosti & ekologicheskiye riski / A.G. Shmal'. – Bronnitsy : Izdatel'stvo MP «IKTS BNTV», 2010. – 193 s.
2. Galejev, A.D. Analiz riska avariyn na opasnykh proizvodstvennykh ob'yektakh : uchebnoye posobiye / A.D. Galejev, S.I. Ponikarov; Minobrnauki Rossii, Kazan. nats. issled. tekhnol. un-t. – Kazan' : Izd-vo KNITU, 2017. – 152 s.
3. Promyshlennaya ekologiya : uchebnik dlya vysshikh uchebnykh zavedeniy Ministerstva obrazovaniya i nauki Rossiyskoy Federatsii / V.N. Azarov, A.I. Azhgirevich, V.V. Gutenev [i dr.]. – 2-ye izdaniye, dopolnennoye. – Volgograd : PrinTerra-Dizayn, 2013. – 460 s.
4. Ostakh, C.V. Kontseptsiya sozdaniya eshelonirovannoy sistemy zashchity prirodno-antropogennykh kompleksov / C.V. Ostakh, O.S. Ostakh, N.YU. Ol'khovikova // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. – 2019. – T. 23. – № 3. – S. 54–59.
5. Ognyanik, N.S. Osnovy izucheniya zagryazneniya geologicheskoy sredy legkimi nefteproduktami / N.S. Ognyanik, N.K. Paramonova, A.L. Briks, I.S. Pashkovskiy, D.V. Konnov. – Kiyev : A.P.N., 2006. – 278 s.
6. Kolesnikova, Ye.V. Regional'nyye faktory riska vozniknoveniya tekhnogennykh katastrof / Ye.V. Kolesnikova, K.A. Yerofeyeva // Uspekhi sovremennoy nauki. – 2016. – T. 1. – № 6. – S. 148–152.
7. Dmitriyev, V.G. Otsenka ekologicheskogo riska. Analiticheskiy obzor publikatsiy / V.G. Dmitriyev // Arktika i sever. – 2014. – № 14. – S. 126–147.
8. Muzalevskiy, A.A. Ekologicheskiye riski: teoriya i praktika / A.A. Muzalevskiy, L.N. Karlin ; Rossiyskiy gosudarstvennyy gidrometeorologicheskiiy universitet. – SPb : Rossiyskiy gosudarstvennyy gidrometeorologicheskiiy universitet, 2011. – 448 s.
9. Sugak, Ye.V. Sovremennyye metody otsenki ekologicheskikh riskov / Ye.V. Sugak // Yevropeyskiy zhurnal sotsial'nykh nauk. – 2014. – № 5-2(44). – S. 427–433.
10. Medvedeva, S.A. Ekologicheskiiy risk. Obshchiye ponyatiya, metody otsenki / S.A. Medvedeva // KHKHI vek. Tekhnosfermaya bezopasnost'. – 2016. – T. 1. – № 1(1). – S. 67–81.
11. Ostakh, S.V. Metodika vybora tekhnologiy lokalizatsii i likvidatsii neftyanykh i neftekhimicheskikh zagryazneniy / S.V. Ostakh, N.YU. Ol'khovikova // Khimicheskaya tekhnika. – 2018. – № 5. – S. 20–24.
12. Ostakh, S.V. Methodological Basis of Ecological zoning of Disturbed and Contaminated Areas using SMART Technologies / S.V. Ostakh // «Somponents scientific and technological progress» – 2022. – № 5(71). – P. 11–17.
13. Fomin, V.V. Ekologicheskoye kartirovaniye territorii v usloviyakh antropogennykh vozdeystviy raznoy prirody i sily / V.V. Fomin // Agrarnyy vestnik Urala. – 2012. – № 12(104). – S. 7–8.
14. Gogoberidze, G.G. Otsenka ekologicheskikh riskov antropogennogo vozdeystviya na primorskiye munitsipaliteti vostochnoy chasti Finskogo zaliva (russkiy/English) / G.G. Gogoberidze, YU.A. Lednova // Regional'naya ekologiya. – 2015. – № 4(39). – S. 147–163.

The Assessment of Environmental Risks Caused by the Impact of Oil Spills

A.F. Maksimenko¹, O.A. Mishina², S.V. Ostakh¹

¹*National University of Oil and Gas Gubkin University,
Moscow (Russia)*

²*National Association for the Prevention and Elimination of Oil Spills,
Moscow (Russia)*

Key words and phrases: assessment; damage; forecast; model; monitoring; pollution; risk; scenario.

Abstract. The purpose of the study is to formalize the prediction of the consequences of the probable impact of oil spills. To achieve this goal, the scenario and logical-informational models of assessment of relevant environmental risks and their management are proposed. The features of the assessment of environmental risks caused by the impact of spilled petroleum products are considered, with respect to the predictive and analytical assessment of the probability of a mixture of hydrocarbons entering the environment as a result of human actions, its pollution, as well as adverse consequences for public health and the activities of organizations.

© А.Ф. Максименко, О.А. Мишина, С.В. Остах, 2023

УДК 72

The Role of Concepts of “Privacy” and “Personal Space” in Design of Public Spaces

E.S. Shafray

Moscow National Research State University of Civil Engineering, Moscow (Russia)

Key words and phrases: privacy; personal space; privacy behavior in public space; human-scale; individuality; architectural elements for creating of personal space; architecture of Seoul.

Abstract. The objective of this article is to view the concepts of “privacy” and “personal space” in architecture. It aims to study the theoretical aspects of these concepts, to outline the architectural elements for this, considering psychological aspects and behavior of people. The article hypothesizes that the inclusion of architectural elements that provide “privacy” and a sense of “personal space” increases comfort of public spaces. As study methods, an analytical review of domestic and foreign relevant literature on the topic, and an analysis of foreign examples were used. The theoretical aspects of these concepts are viewed, in particular, the definitions of privacy are considered, four levels of “personal space” according to previous studies in this direction are presented. Through the consideration of foreign examples, architectural elements that are specifically used to create personal space and achieve privacy in public spaces are studied. In addition, a natural desire for privacy, the tendency to solitude that can especially be observed in behavior of people in large cities is noted; however, this can be related to history, social norms, people's mentality and other factors. It seems important to consider a set of requirements for psychological comfort and safety, in particular, the concepts of “privacy” and “personal space” when designing public buildings and public spaces, and for creating architectural improvement projects.

Introduction

Communication, conversations and social ties play a significant role in the life of any person; they are meaningful and perceived in different ways depending on the culture, mentality, social norms, as well as on individual characteristics of a perception of each person. Architecture as

a spatial built environment for human's lives is a complex phenomenon, and many different factors must be taken into account when researching, designing buildings and spaces. The way in which psychological and physiological factors, boundaries and “personal space” are considered is important in design of housing and comfortable urban spaces [1]. The significance of maintaining privacy and respecting the boundaries of “personal space” in public space is, certainly, felt in more “introverted” societies, such as Japanese society. In a way, people tend not to disturb each other, and think about not causing discomfort to each other. In European society, on the contrary, “small talk” of people on the street can be frequently seen, it is acceptable from the etiquette point of view, and an interaction of unfamiliar people or strangers in a public space is quite normal.

In our country, the creation of a comfortable urban environment and the creation of accessible and convenient public buildings, including those for people with limited mobility, are now of great importance. One of the federal projects in Russia is the program “Creation of a Comfortable Urban Environment” and “Housing and Urban Environment”, within the framework of which public areas, parks and embankments are being improved. In general, projects for public buildings and improvement projects should be developed in relation with regional characteristics, specifics of climate, cultural characteristics and local place identity, environmental awareness and energy efficiency, accessibility and comfort for people, psychological comfort and safety.

This article examines the concepts of “privacy” and “personal space” and discusses on how they appear in architecture of public spaces, both indoors and outdoors. The objectives include studying the theoretical aspects of these concepts, identifying the architectural elements for this, considering the psychology and behavior of people. As a hypothesis, it is assumed that the inclusion of architectural elements that provide privacy and a sense of “personal space” increase a comfort of public spaces. The study of concepts of “privacy” and “personal space” in architecture is regarded to be relevant, since it can enrich the creative concept of an architect, contribute to the well-thought-out organization of space, with the characteristics of behaviorism, person's behavior in space.

Methods

The article is devoted to the study of the role of the concept of “privacy” and “personal space” for public spaces and buildings in architectural design. These concepts are explored using an analytical review of relevant foreign and domestic literature. Several examples of architectural elements used to achieve privacy of certain areas of public spaces are given.

Thus, the analysis of literature and examples was chosen as a main research method (for example, with the photos of cases in Seoul in South Korea, where author lived for several years, and some photos - according to Internet sources).

Concepts of “privacy” and “personal space” in architecture

Privacy is a fundamental human right to control unwanted interactions and communications. It is an individual's choice to control or not to control the flow of information at the individual, group and social levels. In the Universal Declaration of Human Rights accepted by UN in 1948 [2] is stated that “no one shall be subjected to arbitrary interference with his privacy, family, home or correspondence, nor to attacks upon his honour and reputation. Everyone has the right to the protection of the law against such interference or attacks.” The etymology of the term “privacy” is associated with the Latin word “privatus”, meaning personal, belonging to itself,

Table 1. Perception of space and relation with architecture

Domestic research, Russia		
Authors, year	Title	Key issues addressed
L.P. Kholodova (2008)	Teoriya vospriyatiya: sensorynye kachestva sredy [6]	Sensory qualities of architectural objects, "personal space" of architectural objects, etc.
I.K. Kulachenkova (2014)	Psikhologiya obnaruzheniya arkhitekturnogo prostranstva [7]	The relationship between architectural space and the architectural environment, psychological environment of architectural and spatial perception, perception of architectural objects depending on a person, individual's psychology
S.A. Razdrogina (2022)	Vliyaniye arkhitektury na emotsionalnoye sostoyaniye cheloveka [8]	The influence of architectural objects on human behavior, the influence of color on aesthetic perception and emotions
R.A. Nasybullina, V.O. Plotnikov (2019)	Rol organov chuvstv v vospriyatii arkhitektury [9]	Perception of the architectural environment by the senses, increased privacy in the perception of architecture
L.V. Chesnokova (2021)	Privatnost i publichnost kak sotsialno-prostranstvennyye kategorii [10]	Privacy and publicity of people's behavior in different societies and in different eras
Overseas research		
Authors, year	Title	Key issues addressed
E. Hall (1966), E. Hall (1974)	The Hidden Dimension [3], Handbook for Proxemic Research [4]	Proxemics, human behavior in space in different types of cultural space, 4 levels of "personal space", etc.
R. Sommer (1969)	Personal Space. The behavioral basis of design [5]	The influence of the environment on human activity, personal space and territory, etc.
A. Madanipour (2003)	Public and private spaces of the city [11]	Interpersonal space in cities, public and private spaces, etc.
J. Gehl (2013)	Cities for people [12]	Human scale, perception, perception of the city, pedestrian vs car city, sensory perception, etc.
C. Spence (2020)	Senses of place: architectural design for the multisensory mind [13]	Architectural design based on sensory perception (5 senses), multisensory design

separation from what is public. Currently, a privacy of individual's life in the city is becoming an important issue due to ongoing digitalization of life.

According to E. Hall (1966), "personal space", means a space surrounding a person (a kind of "personal reaction bubble"), which a person considers psychologically his own. Most people value their personal space and experience discomfort or anxiety when their personal space is disturbed [3]. Personal space means a choice between isolation and interaction. E. Hall, an American anthropologist and researcher, proposed four levels of personal space: 1) intimate space – 0 ~ 45 cm, 2) personal space – 0.45 ~ 1.2 m, 3) social space – 1.2 ~ 3.7 m, and 4) public space – more than 3.7 m. He introduced the concept of proxemics, and researched how people behave and react in various types of culturally defined personal space [4].

Another American psychologist and researcher R. Sommer (1969) researched on the influence of the environment on human activity [5]. He distinguished the terms "personal space" and "territory". In this way, a personal space, as it were, "moves" along with the person, while



Fig. 1. Examples of behavior at public spaces, Seoul (S. Korea), author's photo

the territory is stationary. The boundaries of personal space are invisible, while the boundaries of territory can be delineated.

The psychological perception of space and a connection with architecture are described in the existing literature. Some of the existing research is presented in Table 1. The study of sensory perception, privacy, personal space, crowding, and circulation are important in defining the relationship between environment, architecture and human behavior.

Overall, an interaction of people, the feeling and behavior of a person in architectural space, individuality and features of perception are now seen as a relevant area for research. Besides, here it is possible to emphasize not only the aesthetic qualities of environment, but also a safety of people in space, social distancing as a measure to prevent the spread of viral diseases (for example, article [14]).

In the next section, this paper analyses briefly the examples and some architectural elements used to achieve privacy in certain zones of public spaces.

Architectural elements for creation of personal space and achievement of privacy in public spaces

Generally, the following factors that affect privacy are usually considered: perception with 5 senses, individuality, a sense of distance in space, architectural elements of space, and culture.

In addition to architectural elements specifically used to create personal space and achieve privacy in public spaces (for example, secluded garden houses, spots and small architectural forms in public parks, seating for one or two people in libraries, seating for one or two people in cafes or co-working spaces, places separated by partitions, zones and areas for secluded work at offices and small meeting rooms), a natural tendency of people to choose more secluded, protected and safe places in open public spaces, at large open-spaces premises, etc. is noted. For instance, people like to stop by and stay in places that give more sense of privacy and personal comfort (Fig. 1).

Such privacy in public places is created by design elements comparable to a human scale, location of places remote from pedestrian transit flows and crowds of people. The desire for privacy, solitude can be especially noticed in a behavior of people in large cities, however, naturally, this is due to history, social norms, mentality of people and other factors.

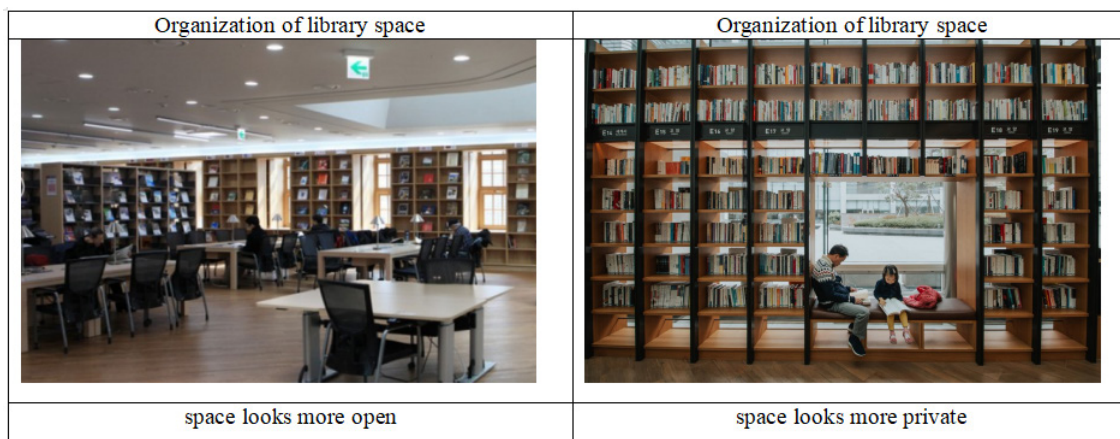


Fig. 2. Architectural elements used to create more open and more private spaces, Seoul (S. Korea)

Next, the architectural elements used to create a personal space and achieve privacy in public spaces on the example of library are considered (Fig. 2).

It should be noted that a perception of the environment will be different depending on a person, culture, and mentality.

"Privacy" and "personal space" in a public space can be achieved using small architectural forms, furniture comparable with a human scale, location in a safe, secluded place, away from crowds, use of partitions, place location close to a wall, next to a column, or next to a large object, use of different levels, a canopy, etc. In addition, the desire for privacy and solitude of a person in space is explained by the natural behavior of person in space.

Conclusion

The article notes that the inclusion of architectural elements that provide privacy and a sense of "personal space" increases a comfort of public spaces, contributes to the creation of more diverse spaces.

Ensuring a privacy of individual's life in the city is seen as an important problem in the context of the growing digitalization of life. At the same time, public spaces serve as a meeting place for people and for their communication.

Consideration of some examples of the use of architectural elements to create "personal space" and facilitate privacy in public spaces showed that this can be achieved by the use of small architectural forms, use of furniture comparable with the human scale, by location in a safe, secluded place, by use of partitions, creation of recreation or working spots for one or two people.

All in all, the concept of "privacy" and "personal space" differs and is perceived differently depending on the characteristics of culture, mentality of people, and history.

It seems valuable to consider these concepts in the architectural design of public spaces and buildings to ensure a comfortable stay for people. This issue requires a further comprehensive research.

Литература

1. Namazian, A. Psychological demands of the built environment, privacy, personal space and territory in architecture / A. Namazian, A. Mehdipour // International Journal of Psychology and Behavioral Sciences. – 2013. – Vol. 3. – No. 4. – P. 109–113.
2. Universal Declaration of Human Rights // United Nations [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.un.org/en/about-us/universal-declaration-of-human-rights>.
3. Hall, E.T. The Hidden Dimension / E.T. Hall // Anchor Books, 1966.
4. Hall, E.T. Handbook for Proxemic Research / E.T. Hall. – Washington : Society for the Anthropology of Visual Communication, 1974.
5. Sommer, R. Personal Space / R. Sommer // The behavioral basis of design, 1969.
6. Холодова, Л.П. Теория восприятия: сенсорные качества среды / Л.П. Холодова // Аналитика культурологии. – 2008. – № 1(10). – С. 122–126.
7. Кулаченкова, И.К. Психология восприятия архитектурного пространства / И.К. Кулаченкова // Научные труды Института непрерывного профессионального образования. – 2014. – № 4. – С. 203–207.
8. Раздрогоина, С.А. Влияние архитектуры на эмоциональное состояние человека / С.А. Раздрогоина // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2022. – № 2(40). – С. 48–52.
9. Насыбуллина, Р.А. Роль органов чувств в восприятии архитектуры / Р.А. Насыбуллина, В.О. Плотников // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и градостроительство : сборник статей / Под редакцией М.В. Шувалова, А.А. Пищулева, Е.А. Ахмедовой. – Самара : Самарский государственный технический университет, 2019. – С. 60–65.
10. Чеснокова, Л.В. Приватность и публичность как социально-пространственные категории / Л.В. Чеснокова // Вестник Пермского университета. Философия. Психология. Социология. – 2021. – № 2. – С. 202–211.
11. Madanipour, A. Public and private spaces of the city / A. Madanipour. – Routledge, 2003.
12. Gehl, J. Cities for people / J. Gehl. – Island press, 2013.
13. Spence, C. Senses of place: architectural design for the multisensory mind / C. Spence // Cognitive Research: Principles and Implications. – 2020. – Vol. 5. – No. 1. – P. 46.
14. Шафрай, Е.С. Роль дизайна для социального дистанцирования в городской среде: обзор зарубежных примеров / Е.С. Шафрай // Региональные Архитектурно-Художественные Школы. – 2020. – № 1. – С. 16–21.

References

2. Universal Declaration of Human Rights // United Nations [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.un.org/en/about-us/universal-declaration-of-human-rights>.
6. Kholodova, L.P. Teoriya vospriyatiya: sensornyye kachestva sredy / L.P. Kholodova // Analitika kul'turologii. – 2008. – № 1(10). – S. 122–126.
7. Kulachenkova, I.K. Psikhologiya vospriyatiya arkhitektornogo prostranstva / I.K. Kulachenkova // Nauchnyye trudy Instituta nepreryvnogo professional'nogo obrazovaniya. – 2014. – № 4. – S. 203–207.

8. Razdrogina, S.A. Vliyaniye arkhitektury na emotsional'noye sostoyaniye cheloveka / S.A. Razdrogina // Inzhenerno-stroitel'nyy vestnik Prikaspiya. – 2022. – № 2(40). – S. 48–52.
9. Nasybullina, R.A. Rol' organov chuvstv v vospriyatii arkhitektury / R.A. Nasybullina, V.O. Plotnikov // Traditsii i innovatsii v stroitel'stve i arkhitekture. Arkhitektura i gradostroitel'stvo : sbornik statey / Pod redaktsiyey M.V. Shuvalova, A.A. Pishchuleva, Ye.A. Akhmedovoy. – Samara : Samarskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet, 2019. – S. 60–65.
10. Chesnokova, L.V. Privatnost' i publichnost' kak sotsial'no-prostranstvennyye kategorii / L.V. Chesnokova // Vestnik Permskogo universiteta. Filosofiya. Psikhologiya. Sotsiologiya. – 2021. – №. 2. – S. 202–211.
11. Madanipour, A. Public and private spaces of the city / A. Madanipour. – Routledge, 2003.
12. Gehl, J. Cities for people / J. Gehl. – Island press, 2013.
13. Spence, C. Senses of place: architectural design for the multisensory mind / C. Spence // Cognitive Research: Principles and Implications. – 2020. – Vol. 5. – No. 1. – P. 46.
14. Shafray, Ye.S. Rol' dizayna dlya sotsial'nogo distantsirovaniya v gorodskoy srede: obzor zarubezhnykh primerov / Ye.S. Shafray // Regional'nyye Arkhitekturno-Khudozhestvennyye Shkoly. – 2020. – № 1. – S. 16–21.

Роль концепции приватности и «персонального пространства» при проектировании общественных пространств

Е.С. Шафрай

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный
университет»,
г. Москва (Россия)*

Ключевые слова и фразы: архитектура Сеула; архитектурные средства создания персонального пространства; индивидуальность; персональное пространство; поведение в общественном пространстве; приватность; сомасштабность человеку.

Аннотация. Целью статьи является рассмотрение концепций «приватности» и «персонального пространства» в архитектуре. В задачи входит изучение теоретических аспектов этих концепций, выявление архитектурных элементов для этого с учетом психологии и поведения людей. В статье выдвигается гипотеза о том, что включение архитектурных элементов, обеспечивающих приватность и ощущение «персонального пространства», повышает комфортность общественных мест. В качестве методов использован аналитический обзор отечественной и зарубежной актуальной литературы по исследуемой теме, анализ зарубежных примеров. Представлены теоретические аспекты этих концепций, в частности, рассмотрены определения приватности, четыре уровня персонального пространства согласно предыдущим исследованиям в этом направлении. Через рассмотрение зарубежных примеров изучаются архитектурные элементы, специально используемые для создания персонального пространства и достижения

приватности в общественных пространствах. Помимо этого, отмечается, что естественное желание приватности, склонность к уединенности особенно можно заметить в поведении людей в крупных городах, однако это связано с историей, социальными нормами, менталитетом людей и другими факторами. Представляется важным учет комплекса требований для психологического комфорта и безопасности, в частности, концепций приватности и персонального пространства при проектировании общественных зданий и общественных пространств, создании проектов благоустройства.

© E.S. Shafray, 2023

УДК 728.1

Малоэтажное жилье повышенной плотности. Ковровая застройка

А.В. Вешняков, Е.А. Шевцова

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Санкт-Петербург (Россия)*

Ключевые слова и фразы: ковровая застройка; малоэтажное жилье повышенной плотности.

Аннотация. В данной статье рассматриваются типы малоэтажной застройки повышенной плотности. Наиболее привлекательным композиционным приемом выбрана ковровая застройка, которая имеет множество комбинаций, в результате которых возможны необычные градостроительные и архитектурно-планировочные решения. Рассмотрены примеры зарубежного опыта.

Цель исследования – обоснование перспектив формирования малоэтажной жилой застройки повышенной плотности в российских городах.

Задача исследования: провести анализ разработанных архитектурных и градостроительных принципов и выявленных приемов на примерах реализованных объектов из зарубежной практики.

Научная новизна исследования состоит во внедрении малоэтажной застройки в практику проектирования и строительства в нашей стране, что позволит обогатить архитектуру жилой застройки городов, повысит экономическую эффективность и комфорт проживания в такой застройке в сравнении с многоэтажной застройкой.

Малоэтажное жилье повышенной плотности зародилось после Октябрьской революции, когда архитекторы прониклись идеей «городов-садов» и стали появляться рабочие городки – жилмассивы. Уровень благоустройства бывших рабочих окраин Ленинграда был очень низким, и первые ленинградские жилмассивы были призваны ликвидировать нехватку жилья и превратить мрачные заводские окраины и фабричные заставы в высоко благоустроенную среду для проживания нового человека [1]. Архитектурные поиски в проектировании нового типа комфортного и экономичного городского жилья после Революции и Гражданской войны соответствовали новаторским канонам градостроительства: комплекс из 2-4-х этажей, уютные зеленые дворики-сады с хозяйственными помещениями. Появляется Палевский жилмассив, плотность которого 360 чел/га, а жилмассив на Тракторной улице по плотности достигает 539 чел/га! Данная тема на полвека забывается и возрождается лишь в 80-х гг. XX в. в исследованиях, проведенных в ЦНИИЭП жилища [2]. В СССР этот тип жилья так и остался в рамках конкурсного и экспериментального проектирования.

В начале 1970-х гг. малоэтажная высокоплотная застройка получила широкое распространение за рубежом. На основе зарубежного опыта наш соотечественник И.В. Череш-

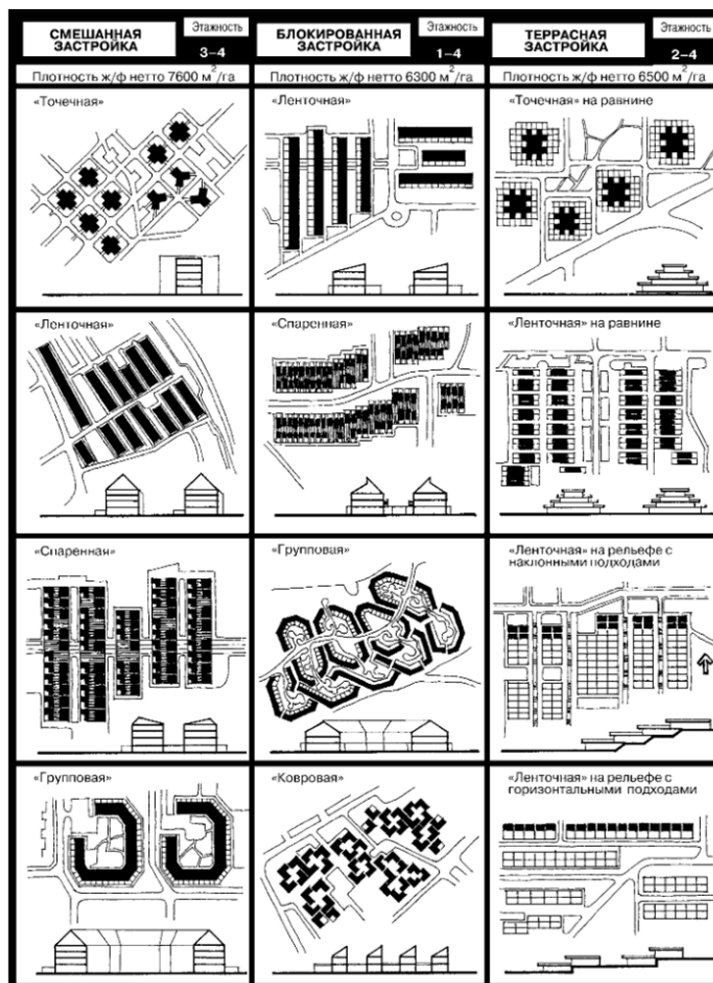


Рис. 1. Классификация композиционных решений малоэтажных жилых комплексов повышенной плотности

нев разработал схему композиционных решений, которая дает три основных типа высокоплотной малоэтажной застройки: смешанный, блокированный и террасный [3].

Смешанный тип

Точечная застройка образуется из односекционных домов, которые последовательно следуют друг за другом в ряд или в шахматном порядке. Повышенная плотность осуществляется за счет:

- компактной объемно-пространственной структуры односекционного здания;
- уменьшения расстояния между соседними зданиями.

Ленточная застройка формируется путем размещения по прямой или же кривой линии секционных, коридорных или галерейных жилых домов. Повышенная плотность достигается за счет:

- размещения односекционных домов в линию и сокращения блок-секций;
- разносторонней ориентации хозяйственных и жилых помещений (кухни и подсобные помещения обращены на пешеходные и транспортные коммуникации, а жилые помещения – на индивидуальные дворики).

Спаренная застройка организуется при объединении двух параллельно и близко расположенных секционных и галерейных домов с атриумными квартирами на первом этаже. Повышенная плотность достигается за счет:

- создания спаренных жилых блоков и сокращения расстояний между ними;
- междомового пространства, которое на уровне второго этажа перекрывается платформой и используется под торговые и общественные функции;
- жилых помещений, которые ориентированы в сторону индивидуальных участков и общественных зон отдыха, а хозяйственные и подсобные помещения – в сторону коммуникационной зоны.

Групповая застройка определяется секционными, галерейными домами в виде жилых групп, которые имеют замкнутый или полузамкнутый прием пространственной организации. Повышенная плотность достигается за счет уменьшения размера внутреннего двора и сокращения расстояний между жилыми группами.

Блокированный тип

Ленточная застройка блокируется из отдельных одноуровневых квартир, объединенных в 3-х и 4-х этажные блоки, или квартир типа мезонет, которые размещаются одна над другой. Повышенная плотность достигается за счет:

- сокращения фасадной стороны блок-квартиры и развития ее плана в глубину;
- ориентации помещений по сторонам света (входные группы и подсобные помещения располагаются с улицы, а жилые помещения раскрыты к зеленой зоне).

Спаренная застройка – это комплекс, образованный из двух параллельных поясов блокированной застройки, расположенных близко друг от друга. Повышенная плотность достигается за счет увеличения линейной плотности зданий и сокращения расстояний между ними.

Групповая застройка – дома создают внутреннее замкнутое пространство с садиками и расположенными в центре детскими игровыми площадками. Повышенная плотность достигается за счет:

- уменьшения размера внутреннего двора жилой группы;
- сокращения расстояний между группами.

Ковровая застройка формируется из одно-, двухэтажных квартир атриумного типа, в которых большинство помещений ориентировано на индивидуальный внутренний дворик. Повышенная плотность достигается за счет увеличения глубины блока и обращения окон квартир в атриум.

Террасный тип

Террасная застройка на рельефе заключается в передвижении квартир по вертикали, подчиняя пластику фасада окружающей местности. Повышенная плотность достигается за счет того, что применяются блок-квартиры Г-, П- и Z-образной формы, которые позволяют основным помещениям располагать одно за другим в направлении от склона, развивая таким образом застройку в ширину.

Террасная застройка на ровной местности сформирована в виде «пирамиды». Здание имеет ступенчатый уклон, создавая иллюзию пребывания на склоне. Повышенная плотность достигается за счет:

- высокой компактности архитектурно-пространственных решений, используемых

Таблица 1. Сравнительный анализ трех типов застройки повышенной плотности с различными композиционными приемами

Название композиционного приема	Иллюстрация	Название проекта	Площадь, Га	Количество человек	Плотность, чел/га
Смешанная застройка					
Точечный тип		–	–	–	–
Ленточный тип		Жилой комплекс в Гамбурге, Эйдельштадт	2,5	400	160
Спаренный тип		Жилой комплекс Стоквилл, Лондон	9,1	3 367	370
Групповой тип		Жилой комплекс в Вульки, Новы-Сонч, Польша	–	–	–
Блокированная застройка					
Ленточный тип		Лакотелеп, Пербаль, Венгрия (М. Тамаш, Х. Юдит), 1975	1,17	150	136
Спаренный тип		Жилой комплекс Вандельштраат, Вурден, Нидерланды, 1979	2,6	387	148
Групповой тип		Жилой комплекс в Мексимье, Франция, 1965	4,3	302	70
Ковровый тип		Atrium-Wohnpark, Кеттвиг, Германия (Э. Бернинг)	0,24	63	263

Террасная застройка					
Точечный тип		Жилой комплекс <i>Les Pyramides</i> , Эперней, Франция	1,9	490	257
Ленточный тип		Farum <i>Midtpunkt</i> , Копенгаген, Дания	20	4 000	200

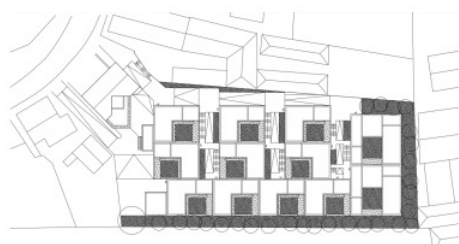


Рис. 2. *Atrium-Wohnpark*, architect Erwin Berning, 1971



Рис. 3. *Gubija vacation complex*, architect Rimantas Buivydas, 1976

при формировании планировочной структуры;

– сокращения расстояний между жилыми зданиями, площади автостоянок и хозяйственных проездов, зеленых насаждений.

На основе изученной схемы, которая представлена выше, можно выделить наиболее высокоплотные и интересные варианты застройки: смешанный тип застройки с применением спаренного композиционного приема, блокированный тип с применением коврового композиционного приема и террасный тип на равнине с применением точечного композиционного приема.

Помимо высоких плотностных характеристик, большая привлекательность ковровой застройки лежит в неисчерпаемом количестве комбинаций, в результате которых возможны необычные градостроительные и архитектурно-планировочные решения.



Рис. 4. *Lego-woningen*, architect L. Heidenrik, Hans Quint en Hans Hermes, 1975

Рассмотрим некоторые примеры жилых комплексов коврового типа.

Atrium-Wohnpark расположен в небольшом городке Кеттвиг, Германия. Состоит из 15 жилых единиц, каждая из которых имеет частную территорию с огородом и садом на крыше, в которую невозможно заглянуть снаружи, несмотря на высокую плотность застройки [4]. Вид с высоты птичьего полета напоминает клетчатый узор, а вид снизу – динамичные кубы, сформированные террасными и ступенчатыми объемами. В целом, конструкцию можно сравнить с лестницей, план участка напоминает шахматную доску с ее полями, где чередуются бетонные блоки и открытые пространства.

Другой, не менее интересный проект «Губоя», Швентойи (1976 г.), советско-литовского архитектора Римантаса Буйвидаса, окончившего Академию Художеств Санкт-Петербурга. Его целью при проектировании комплекса было создание структуры, свободно перемещающейся по поверхности земли и пластично пульсирующей по вертикали, метафорически связанной с образом «вздыбленных ветром дюн» [5]. План участка разделен ортогональной сеткой и заполнен жилыми блоками, состоящими из шести-семи крестообразных модульных блоков, поднятых на пилоны. Крыши модулей, поднимающиеся в одном направлении, становятся террасами расположенных выше блоков.

«Дома *Lego*» расположены в районе Штерренбург, Нидерланды. Комплекс состоит из 300 железобетонных сборных домов, которые можно складывать и соединять друг с другом, как своего рода конструктор-лего. Здания связаны друг с другом сложным образом и кажутся расположенными близко друг к другу, отсюда и прозвище «Лего-сити», или «дома Касба» (отсылка к марокканскому методу строительства) [6]. Пандусы и пешеходные мостики обеспечивают доступ к верхним этажам. Для парковки были разработаны специальные решения, такие как навесы для автомобилей и подземные парковочные места, чтобы сохранить общественное пространство свободным для пешеходов от машин. Идею Касбы можно найти здесь в подземных переходах, общественных внутренних помещени-

ях, небольших садах, разнообразном расположении зданий и даже двух- и трехуровневых домах с пандусами и жилыми улицами. Архитектор также был сильно вдохновлен работой Мондриана, что отражено в дизайне: гладкие, сдержанные абстрактные бетонные элементы фасада с включением ярких цветовых акцентов на всех деревянных элементах оконных рам, террас и навесов.

Заключение

В данной статье были рассмотрены и охарактеризованы различные типы малоэтажного жилья повышенной плотности: смешанный, блокированный и террасный. Одним из интереснейших и перспективных направлений развития типологии данного жилья является проектирование зданий с ковровым типом застройки.

В то время как отечественный опыт дает робкие надежды на возрождение малоэтажного жилья, за рубежом совершают революцию в этой области.

Был изучен зарубежный опыт строительства зданий коврового типа: каждый из проектов имеет уникальные архитектурные особенности, типологию и планировку. Все они используют стратегии озеленения, которые позволили смягчить архитектуру, обеспечить тень, чувство ограждения, место, где можно уединиться, и экологический буфер за пределами города. Таким образом, каждый комплекс уникален по-своему благодаря ковровому композиционному приему, способному создавать удивительно разнообразный набор комбинаций.

Литература

1. Исаченко, В. Рабочие жилмассивы / В. Исаченко, А. Стругач // Адреса Петербурга. – 2011. – № 39/53. – С. 66–75.
2. Малоэтажные дома для городской застройки повышенной плотности : (Рекомендации по проектированию) / Гос. ком. РСФСР по делам стр-ва, Союз архитекторов РСФСР, Центр. н.-и. и проект. ин-т типового и эксперим. проектирования жилища. – М. : ЦНИИЭП-жилища, 1989. – 106 с.
3. Черешнев, И.В. Экологические аспекты формирования малоэтажных жилых зданий для городской застройки повышенной плотности. – 2-с изд., доп / И.В. Черешнев. – СПб : Лань, 2019. – 256 с.
4. E-periodica : Schweizer Zeitschriften online = Revues suisses en ligne = Riviste svizzere online = Swiss journals online [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.e-periodica.ch/digbib/view?pid=buw-001:1972:26::2211#1373>.
5. Nekrošius, L. Palanga's modern architecture on the way to heritage. Architecture and urban planning = Arhitektūra un pilsetplānošana / L. Nekrošius, E. Riaubienė. – Warsaw : Riga Technical University; Sciendo De Gruyter. – 2018. – Vol. 14. – Iss. 1. – P. 111–118.
6. Barzila, M. Experimentele woningbouw in Nederland 1968-1980: 64 gerealiseerde woonbeloften / M. Barzila, R. Ferwerda, A. Blom, 2019. – 176 p.

References

1. Isachenko, V. Rabochiye zhilmassivy / V. Isachenko, A. Strugach // Adresa Peterburga. – 2011. – № 39/53. – S. 66–75.
2. Maloetazhnyye doma dlya gorodskoy zastroyki povyshennoy plotnosti : (Rekomendatsii

po proyektirovaniyu) / Gos. kom. RSFSR po delam str-va, Soyuz arkhitektorov RSFSR, Tsentr. n.-i. i proyekt. in-t tipovogo i eksperim. proyektirovaniya zhilishcha. – M. : TSNIIEPzhilishcha, 1989. – 106 s.

3. Chereshnev, I.V. Ekologicheskiye aspekty formirovaniya maloetazhnykh zhilykh zdaniy dlya gorodskoy zastroyki povyshennoy plotnosti. – 2-s izd., dop / I.V. Chereshnev. – SPb : Lan', 2019. – 256 s.

4. E-periodica : Schweizer Zeitschriften online = Revues suisses en ligne = Riviste svizzere online = Swiss journals online [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.e-periodica.ch/digbib/view?pid=buw-001:1972:26::2211#1373>.

Low-rise High-density Development. Atrium Housing

A.V. Veshnyakov, E.A. Shevtsova

*Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
Saint-Petersburg (Russia)*

Key words and phrases: low-rise high-density development; atrium housing.

Abstract. In this article the types of low-rise development of increased density are considered and carpet construction is chosen as the most appealing compositional technique, which has many combinations, as a result of which unusual urban planning and architectural solutions are possible. Examples of foreign experience are considered.

© А.В. Вешняков, Е.А. Шевцова, 2023

УДК 72.05

Конструктивные особенности зданий с кинетической архитектурой

И.В. Есауленко

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Санкт-Петербург (Россия)*

Ключевые слова и фразы: архитектура; здание; кинетический; конструктивный; особенность; сооружение; схема; фасад; экологичность.

Аннотация. В статье рассматриваются конструктивные особенности зданий с кинетической архитектурой. Дано понятие кинетической архитектуры, обозначены ее особенности и значимость в области проектирования и строительства. Описаны примеры существующих зданий с кинетическими фасадами. Рассмотрены не только идеи, но и те проекты, которые нашли свое отражение в практике. Отмечено, что основополагающими факторами, которые необходимо учитывать при проектировании и строительстве зданий с кинетической архитектурой, являются: энергосбережение зданий при их эксплуатации, социальные потребности людей проживать в новых, современных, эстетически уникальных зданиях, экономический фактор, влияние которого обусловлено высокой стоимостью проектов.

Кинетическая архитектура представляет собой новое, современное направление искусства проектирования и зодчества зданий и сооружений. Кинетическую архитектуру образуют:

- здания функционального типа (сюда относятся мосты с подъемной центральной частью, спорткомплексы с выдвигаемым полем либо раздвижной крышей);
- здания и сооружения, фасад которых имеет подвижные части (отличительными особенностями таких зданий являются: их способность контролировать попадание солнечных лучей и обеспечение защиты от ветра или дождя);
- здания и сооружения, имеющие подвижные этажи (при этом общая конструктивная схема (система) здания не нарушается, таким образом, внешний вид здания подлежит трансформации, в то время как его функциональность и эстетическое оформление остаются в неизменном виде);
- здания, оснащенные преобразователями энергии, которые могут трансформировать природную энергию в полезную (при этом становится возможным использование природной энергии для потребностей дома [4]).

Кинетическая архитектура, в отличие от архитектуры зодчества, имеет ряд особен-



Рис. 1. Кинетические фасады башен Аль-Бахар в Абу-Даби

ностей:

- форма здания, в зависимости от положения солнца либо направления ветра, постоянно меняется, такой подход способствует уменьшению нагрева помещений от жары;
- метод возведения зданий из сборных конструкций, зачастую здания такого типа спроектированы из сборных элементов, произведенных на заводах и поступающих на строительную площадку в готовом виде (здесь хотелось бы отметить, что все основные части здания, ответственные за его движение, изготовлены из современных качественных материалов (сталь, карбон, и т.д.);
- совмещение инновационных технологий и охраны окружающей среды делает возможным производство автономной энергии питания такого здания [2].

К конструктивным особенностям зданий с кинетической архитектурой возможно отнести решения кинетических фасадов. Каждый фасад такого здания уникален и разрабатывается индивидуально для конкретного проекта.

Ярким примером кинетической архитектуры считается воплощенный в жизнь проект по строительству башен Аль-Бахар (*Al Bahar*) в Абу-Даби (рис.1) [1; 5; 7].

Проект их реализации был основан на экологичности, а потому архитекторами было сделано предложение о стеклянных башнях с системой экранирования. Идея системы экранов была навеяна традиционными арабскими узорными решетками, напоминающими машрабии [8].

На фасадах башен установлены датчики, контроль за которыми осуществляется компьютерами. Подвижные компоненты фасада могут менять свое положение в зависимости от:

- расположения солнца;
- силы и направления ветра.

По задумке архитекторов северная сторона стеклянного фасада здания (та часть, куда меньше всего попадают солнечные лучи) открыта [3].

Крыша здания оснащена фотоэлектрическими элементами. Именно она создает примечательный цилиндрический внешний вид рассматриваемого сооружения.

Более тысячи подвижных решеток (машрабий) закреплено на фасаде каждой из башен. Одна машрабия состоит из шести треугольных стекловолоконных панелей, покрытых фторопластом и установленных на Y-образном треножнике. В итоговой совокупности

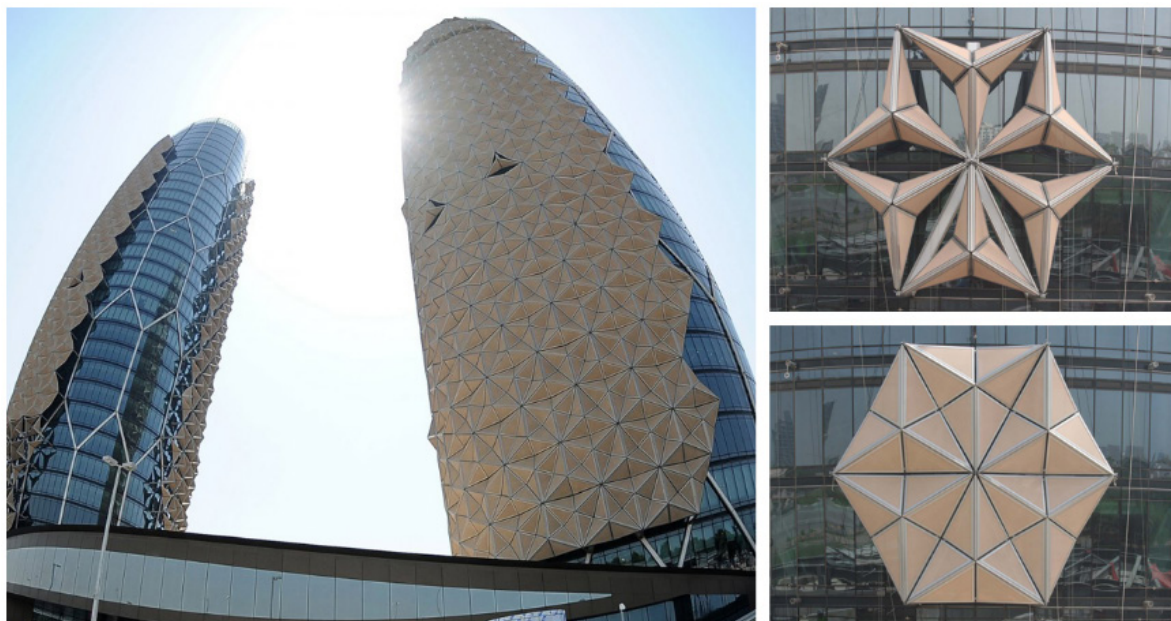


Рис. 2. Машрабии на кинетическом фасаде зданий

рассматриваемые панели составляют треугольник размером с этаж.

Направление машрабий может видоизменяться: конструктивно предусмотрена их возможность складываться, тем самым на изгибающихся фасадах здания образовывается плотный арабский узор. Когда решетки открываются, выдвигается вперед центральная часть Y-образного треножника. Предусмотрено пять промежуточных расположений между полностью открытым и полностью закрытым состоянием треножника.

В практике строительства нечасто используются активные конструкции фасада здания. Именно поэтому для реализации данного проекта потребовалось тщательное, детальное и трудоемкое тестирование надежности машрабий и их возможностей корректной работы. Изготовление машрабий и стеклянной навесной стены было отдано китайской компании *Yuanda*, которая создала макет в натуральную величину с целью проведения опытных испытаний ветром, песком, высокой температурой и соленой водой [9].

Подсчитано, что средний срок эксплуатации приводов и моторов, которые приводят в действие машрабии, наступит не раньше, чем через десять лет.

Конструктивная схема зданий

Внешний вид небоскребов напоминает цилиндры, установленные на двухэтажные цоколи. На самом же деле они слегка изогнуты на средних этажах. Ядро жесткости каждого здания действительно имеет в сечении круглую форму, при этом форма периметра здания больше напоминает эллипс. Рассматриваемое сочетание геометрических фигур направлено на сведение к минимуму губительного воздействия южного солнца.

Конструктивной схемой предусмотрена установка стальных балок, протянутых к наружным стальным колоннам, расположенным в виде сот. Описываемая конструкция не смогла бы сделать здания уникальными и известными. С помощью подвижных экранов здания приобрели мировую известность и вошли в современную историю кинетической



Рис. 3. Башни Аль-Бахар



Рис. 4. Проект небоскреба Д. Фишера

архитектуры (рис. 3).

Еще одним примером использования кинетической архитектуры будущего является небоскреб Д. Фишера (рис. 4) [6]. Здание представляет собой 59-этажный бетонный стержень, на который нанизаны стальные и алюминиевые конструкции. «Изюминка» здания состоит в том, что оно вращается. Планировалось, что каждый этаж здания будет динамично вращаться независимо от других, с каждым поворотом придавая зданию неповторимый, уникальный вид. Фишер полагал, что именно этот аспект позволит обеспечивать высокую безопасность и устойчивость здания в условиях землетрясений [10].

Данным проектом был предусмотрен метод возведения здания из сборных конструкций: каждый этаж включал в себя 12 так называемых отдельных сегментов, оборудован-

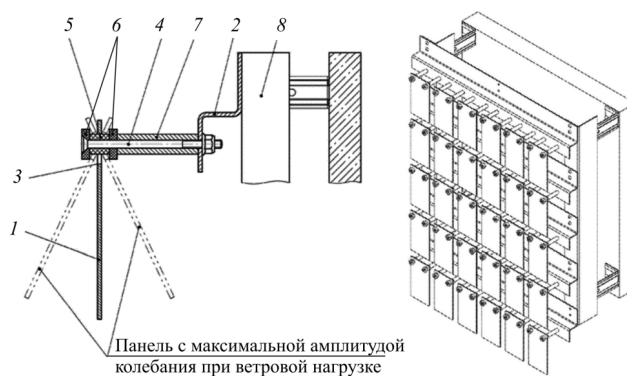


Рис. 5. Схема устройства полезной модели кинетического фасада из листового материала (патент № 179 762): а – схема кинетического фасада; б – общий вид кинетического фасада; 1 – панель; 2 – траверса; 3 – отверстия; 4 – крепежные элементы; 5 – распорная втулка; 6 – ограничители; 7 – дистанционная втулка; 8 – металлоконструкции фасада

ных системами кондиционирования, электрическими, сантехническими и другими составляющими таким образом, чтобы каждый сегмент был изготовлен на заводе и привезен на строительную площадку для его последующей установки в готовом виде.

До настоящего времени проект не нашел своего отражения на практике, несмотря на то, что идея для его воплощения была запатентована автором еще в 2004 г.

Научный прогресс не стоит на месте, а потому разрабатываемые полезные модели в рассматриваемом кинетическом сегменте востребованы как в области архитектуры, так и в области проектирования и строительства.

Например, запатентованная полезная модель кинетического фасада здания состоит из панелей, изготовленных из листового материала [2]. Листы распределены рядами и установлены на траверсах, каждая из которых расположена на определенном расстоянии по периметру друг от друга.

Листовой металл (1) на траверсах (2) жестко крепится через отверстия (3) крепежными элементами (4). На крепежные элементы (4) установлены распорные втулки (5), длина которых больше толщины листа и зависит от заданной амплитуды колебания. На торцах втулок (5) располагаются ограничители (6), зафиксированные на крепежных элементах (4). На них же установлены и дистанционные втулки (7), которые находятся между ограничителями (6) и траверсой (2), закрепленной, в свою очередь, на каркасной металлической фасадной конструкции (8). Тем не менее недостатками рассматриваемой конструкции являются трудоемкость, необходимая для изготовления фасадных панелей, высокая стоимость изделия, жесткость закрепления панелей на фасаде здания приводит к их статичности, снижая зрительный эффект восприятия [5]. При этом, однако, хотелось бы отметить, что применение рассматриваемой полезной модели пока не нашло своего отражения на практике.

Как показал проведенный анализ, конструктивные особенности зданий с кинетическими фасадами опираются в большинстве случаев на метод возведения зданий из сборных конструкций. При этом важно отметить основополагающие факторы, которые необходимо учитывать при проектировании и строительстве таких зданий:

- энергосбережение зданий при их эксплуатации, которое может быть обеспечено

благодаря динамичному преобразованию природной энергии за счет ограждающих конструкций зданий;

- социальный фактор, который позволяет удовлетворить потребности людей проживать в новых, современных, эстетически уникальных зданиях;
- экономический фактор, влияние которого обусловлено высокой стоимостью подобных проектов: типовых решений фасадов кинетических зданий не существует, проектирование и строительство каждого здания уникально и трудоемко.

При этом, однако, стоит заметить, что строительство зданий с кинетическими фасадами является выгодным вложением капитала: они считаются престижными, яркими, уникальными градостроительными объектами, обладающими неповторимыми архитектурными формами.

Литература

1. Кашина, И.В. Исследование причин использования кинетической архитектуры в современном мегаполисе / И.В. Кашина, В. Забейворота, А. Симакова // Строительство и техногенная безопасность. – 2017. – № 8. – С. 15–21.
2. Кинетический фасад: пат. Рос. Федерация / А.Н. Кузнецов. № 179 762; заявл. 14.03.2018; опубл. 23.05.2018. – 9 с.
3. Dynamic project UAE // Dynamic Architecture, 2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.dynamicarchitecture.net/index.php?option=com_content&view=article&id=7%3Auae&catid=6%3Adynamic-projects&Itemid=15&lang=eng.
4. Муратова, В.А. Анализ существующих решений конструктивных систем кинетических фасадов / В.А. Муратова, С.А. Козловский // Construction and Geotechnics. – 2022. – Т. 13. – № 2. – С. 77–87.
5. Черчага, О.А. Перспективы проектирования и строительства зданий с кинетическими фасадами / О.А. Черчага, Л.В. Карасева // Молодой исследователь Дона. – 2019. – № 5(20). – С. 23–26.
6. Пименова, Е.В. Динамическая архитектура: трансформация фасадов общественных зданий / Е.В. Пименова, Л.М. Демидова // ИВД. – 2017. – № 1(44).
7. Пименова, Е.В. Применение трансформируемых систем в архитектуре уникальных высотных зданий в условиях устойчивого развития общества / Е.В. Пименова, В.И. Шумейко // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 1(52). – С. 214.
8. Рябова, С.С. Кинетические жилые здания – будущее начинается сегодня / С.С. Рябова // Наука, образование и экспериментальное проектирование. – 2021. – № 1.
9. Кахаров, З.В. Мировые тенденции развития современной энергоэффективной архитектуры / З.В. Кахаров, А.С. Исломов // German International Journal of Modern Science. – 2022. – № 27. – С. 7–9.
10. Хиценко, Е.В. Особенности формообразования в кинетической архитектуре / Е.В. Хиценко, В.И. Рыбалкина // Творчество и современность. – 2020. – № 1(12). – С. 119–130.

References

1. Kashina, I.V. Issledovaniye prichin ispol'zovaniya kineticheskoy arkhitektury v sovremennom megapolise / I.V. Kashina, V. Zabeyvorota, A. Simakova // Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost'. – 2017. – № 8. – S. 15–21.

2. Kineticheskiy fasad: pat. Ros. Federatsiya / A.N. Kuznetsov. № 179 762; zayavl. 14.03.2018; opubl. 23.05.2018. – 9 s.
3. Dynamic project UAE // Dynamic Architecture, 2017 [Electronic resource]. – Access mode : http://www.dynamicarchitecture.net/index.php?option=com_content&view=article&id=7%3Auae&catid=6%3Adynamic-projects&Itemid=15&lang=eng.
4. Muratova, V.A. Analiz sushchestvuyushchikh resheniy konstruktivnykh sistem kineticheskikh fasadov / V.A. Muratova, S.A. Kozlovskiy // Construction and Geotechnics. – 2022. – T. 13. – № 2. – S. 77–87.
5. Cherchaga, O A. Perspektivy proyektirovaniya i stroitel'stva zdaniy s kineticheskimi fasadami / O.A. Cherchaga, L.V. Karaseva // Molodoy issledovatel' Dona. – 2019. – № 5(20). – S. 23–26.
6. Pimenova, Ye.V. Dinamicheskaya arkhitektura: transformatsiya fasadov obshchestvennykh zdaniy / Ye.V. Pimenova, L.M. Demidova // IVD. – 2017. – № 1(44).
7. Pimenova, Ye.V. Primeneniye transformiruyemykh sistem v arkhitekture unikal'nykh vysotnykh zdaniy v usloviyakh ustoychivogo razvitiya obshchestva / Ye.V. Pimenova, V.I. Shumeyko // Inzhenernyy vestnik Dona. – 2019. – № 1(52). – S. 214.
8. Ryabova, S.S. Kineticheskiye zhilyye zdaniya – budushcheye nachinayetsya segodnya / S.S. Ryabova // Nauka, obrazovaniye i eksperimental'noye proyektirovaniye. – 2021. – № 1.
9. Kakharov, Z.V. Mirovyye tendentsii razvitiya sovremennoy energoeffektivnoy arkhitektury / Z.V. Kakharov, A.S. Islomov // German International Journal of Modern Science. – 2022. – № 27. – S. 7–9.
10. Khitsenko, Ye.V. Osobennosti formoobrazovaniya v kineticheskoy arkhitekture / Ye.V. Khitsenko, V.I. Rybalkina // Tvorchestvo i sovremennost'. – 2020. – № 1(12). – S. 119–130.

Design Features of Buildings with Kinetic Architecture

I.V. Esaulenko

*Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
Saint-Petersburg (Russia)*

Key words and phrases: constructive; feature; kinetic; architecture; scheme; facade; environmental friendliness; building; construction.

Abstract. The article discusses the design features of buildings with kinetic architecture. The concept of kinetic architecture, its features and significance in the field of design and construction are given. Examples of existing buildings with kinetic facades are described. Not only ideas and projects are considered, but also those that are reflected in practice. It is noted that the fundamental factors that must be taken into account when designing and constructing buildings with kinetic architecture include: energy saving of buildings during their operation, the social needs of people to live in new, modern, aesthetically unique buildings, an economic factor, the impact of which is due to the high cost of projects.

© И.В. Есауленко, 2023

УДК 69.059.7

Риски при планировании стратегии реконструкции объектов строительства

Даюб Нбрас, А.А. Лapidус, М.А. Фахратов

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный
университет»,
г. Москва (Россия)*

Ключевые слова и фразы: здания и сооружения; реконструкция; риски при планировании стратегии реконструкции объектов строительства.

Аннотация. Цель статьи – проанализировать риски при планировании стратегии реконструкции объектов строительства. Стратегия реконструкции зданий также включает такие аспекты, как бюджет, сроки, имеющиеся ресурсы и желаемый результат. Были исследованы несколько видов рисков, в том числе структурные, экологические, финансовые, культурные, исторические и риски безопасности. Гипотеза состоит в том, что снижение риска повысит эффективность строительных монтажных работ. В результате риски при планировании стратегии реконструкции объектов строительства могут быть разные, в этой статье проанализированы некоторые риски, такие как структурные, экологические, финансовые, культурные, исторические и риски безопасности.

Введение

Реконструкция зданий может быть сложным процессом, который включает в себя много рисков. Прежде чем приступить к такому проекту, необходимо учесть все риски, связанные с созданием успешной и безопасной стратегии. Вот некоторые из ключевых рисков, о которых необходимо знать при планировании стратегии реконструкции здания [1].

1. Структурные риски: одним из самых больших рисков в реконструкции здания является возможность структурных проблем со зданием. Они могут варьироваться от небольших вопросов, таких как трещины в стенах, до более значительных проблем, таких как повреждение фундамента или структурный коллапс.

2. Экологические риски. Еще один важный риск, который необходимо учитывать, – это воздействие окружающей среды на здание. Это могут быть стихийные бедствия, такие как наводнения, землетрясения и ураганы, а также антропогенные катастрофы, такие как пожары или взрывы.

3. Финансовые риски: реконструкция зданий может быть дорогостоящим процессом,

и есть много финансовых рисков, чтобы рассмотреть. Они могут включать непредвиденные расходы, задержки в строительстве и изменения в объеме проекта.

4. Риски безопасности: безопасность всегда является главной проблемой при реконструкции зданий, и есть много рисков, о которых нужно знать. Они могут включать падения с высоты, электрические опасности и воздействие опасных материалов.

5. Культурные и исторические риски: если здание имеет культурную или историческую значимость, существуют риски, связанные с сохранением его наследия в процессе реконструкции. Это может включать в себя проблемы с сохранением оригинальных материалов, сохранением исторических особенностей дизайна и обеспечением того, чтобы готовая продукция оставалась верной первоначальному характеру здания.

Структурные риски

Реконструкция зданий является обычной практикой в целях оживления старых и поврежденных зданий, но она также может создавать серьезные структурные риски. Эти риски могут включать ненадлежащую конструкцию, использование некачественных материалов, низкое качество изготовления и недостаточное техническое обслуживание. Эти факторы могут привести к целому ряду проблем, включая повреждение имущества, угрозы безопасности и даже гибель людей. Важно понимать эти риски, чтобы эффективно смягчить их и обеспечить безопасность жильцов и общества в целом [1].

Во время реконструкции здания из разных источников могут возникать структурные риски. Например, некачественное выполнение производства строительных работ может привести к структурной нестабильности, что чревато серьезными рисками для безопасности. Использование низкокачественных материалов или низкое качество изготовления также могут привести к возникновению таких структурных проблем, как трещины, деформация или даже коллапс [2]. Кроме того, некачественное техническое обслуживание может со временем привести к ухудшению конструкции, что приведет к дополнительным рискам и проблемам безопасности. Эти риски могут возникать как в коммерческих, так и в жилых зданиях и варьироваться в зависимости от конкретного проекта и контекста.

Чтобы лучше понять эти риски, важно рассмотреть некоторые реальные примеры. В 2019 г. в результате обвала здания в Шанхае (Китай) погибли не менее десяти человек и десятки получили ранения. В то время здание находилось на реконструкции, и обрушение было связано с неправильным удалением несущих стен. Этот инцидент подчеркнул необходимость соблюдения надлежащих правил безопасности и усиления надзора за ходом осуществления проектов по реконструкции зданий. Аналогично в 2018 г. пожар в *Grenfell Tower* в Лондоне привел к 72 жертвам и более 70 травмам. Причиной пожара стала неисправность холодильника в одной из квартир, которая быстро распространилась из-за внешней облицовки здания. Инцидент вызвал обеспокоенность по поводу использования горючих материалов при реконструкции зданий и важности мер пожарной безопасности [3].

Для снижения структурных рисков при реконструкции зданий важно ставить безопасность и качество выше затрат и эффективности. Это требует надлежащего планирования и проектирования, использования высококачественных материалов, квалифицированного изготовления и регулярного технического обслуживания. Важно также соблюдать правила и стандарты безопасности, включая строительные нормы, меры пожарной безопасности и требования к строительным конструкциям. Кроме того, эффективный надзор и инспекция имеют решающее значение для обеспечения того, чтобы все работы проводились без-

опасно и соответствовали всем стандартам.

Экологические риски

Восстановление зданий может иметь значительные экологические последствия, которые могут представлять угрозу окружающей среде. Эти последствия могут быть обусловлены различными факторами, включая использование неустойчивых материалов, высокое потребление энергии, выбросы парниковых газов и образование отходов. Эти риски могут иметь как краткосрочные, так и долгосрочные последствия, включая ухудшение состояния окружающей среды, истощение природных ресурсов и изменение климата.

Одним из основных экологических рисков при реконструкции зданий является использование некачественных материалов. Это могут быть материалы, которые не являются возобновляемыми, такие как древесина, или материалы, которые требуют значительной энергии и ресурсов для производства, такие как сталь и бетон. Производство и транспортировка этих материалов могут привести к выбросу парниковых газов и способствовать изменению климата. Кроме того, удаление строительных отходов также может быть серьезной экологической проблемой, особенно если оно не регулируется надлежащим образом [4].

Еще одним экологическим риском при реконструкции зданий является высокое потребление энергии, связанное с обогревом, охлаждением и освещением зданий. Потребление энергии является одним из основных источников выбросов парниковых газов, которые являются одной из основных причин изменения климата. Здания составляют значительную часть глобального потребления энергии, и их энергопотребление может быть особенно высоким в процессе строительства и реконструкции. Таким образом, при реконструкции зданий очень важно учитывать меры по повышению энергоэффективности, такие как изоляция и эффективные системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, для сокращения потребления энергии и минимизации воздействия на окружающую среду.

Для смягчения экологических рисков при реконструкции зданий можно предпринять несколько шагов. Одним из наиболее важных является уделение первоочередного внимания использованию устойчивых и экологически безопасных материалов. Это может включать материалы, которые производятся на местном уровне, возобновляются или рециркулируются. Кроме того, в конструкции зданий могут быть включены энергосберегающие функции, такие как эффективное освещение, изоляция и системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Эффективное управление отходами, включая их рециркуляцию и надлежащее удаление строительных отходов, также крайне важно для сведения к минимуму воздействия на окружающую среду.

Важно также учитывать более широкие экологические последствия реконструкции зданий. Например, сохранение существующих зданий и повторное использование материалов может помочь сократить отходы и свести к минимуму воздействие нового строительства на окружающую среду. Кроме того, при проектировании зданий могут использоваться зеленые зоны, такие как зеленые крыши и сады, для сохранения биоразнообразия и улучшения качества воздуха [5].

Финансовые риски

Проекты реконструкции зданий могут нести значительные финансовые риски, которые могут повлиять на общий успех проекта. Эти риски могут быть обусловлены различными

факторами, в том числе неточными оценками расходов, непредвиденными расходами и задержками. Эти риски могут иметь значительные финансовые последствия, в том числе увеличение расходов, потеря доходов и даже банкротство. Важно выявлять эти риски и управлять ими в целях обеспечения финансовой жизнеспособности проектов реконструкции зданий.

Реальный пример финансовых рисков при реконструкции здания можно увидеть в реконструкции московского стадиона «Лужники» к чемпионату мира по футболу 2018 г. Проект предусматривал значительную реконструкцию стадиона, включая установку новой крыши, сидений и другой инфраструктуры [6]. Однако проект столкнулся с существенными задержками, поскольку дата завершения откладывалась несколько раз, что привело к увеличению расходов. Общая стоимость проекта в итоге превысила первоначальный бюджет более чем на 40 %, составив более 36 млрд рублей (около 488 млн долларов). Финансовые трудности проекта также повлияли на способность стадиона приносить доход, так как многие запланированные мероприятия и концерты были отменены из-за задержек строительства.

Для снижения финансовых рисков при реконструкции зданий крайне важно проводить точную смету расходов и поддерживать реалистичный бюджет на протяжении всего проекта. Это требует тщательного планирования и мониторинга для обеспечения того, чтобы расходы не вышли из-под контроля. Кроме того, важно определить потенциальные риски и разработать планы на случай непредвиденных расходов или задержек. Эффективное управление проектом также имеет решающее значение для обеспечения того, чтобы проект осуществлялся в соответствии с графиком и в рамках бюджета.

Еще один способ управления финансовыми рисками при реконструкции зданий заключается в обеспечении адекватного финансирования и страхования. Финансирование может помочь обеспечить наличие у проекта достаточных средств для покрытия расходов и снижения финансовых рисков. Страхование может обеспечить защиту от непредвиденных событий, таких как стихийные бедствия или аварии, которые могут повлиять на финансовую жизнеспособность проекта [7].

Риски безопасности

Строительные проекты по восстановлению могут представлять значительную угрозу безопасности для рабочих, жителей близлежащих районов и окружающей среды. Эти риски могут быть обусловлены различными факторами, в том числе неадекватными мерами безопасности, недостаточной подготовкой персонала и неисправностью оборудования. Риски безопасности могут иметь серьезные последствия, включая травмы, гибель людей, повреждение имущества и загрязнение окружающей среды. Чрезвычайно важно выявлять риски для безопасности и управлять ими для обеспечения того, чтобы проекты по реконструкции зданий осуществлялись безопасно и ответственно [8].

Реальный пример рисков безопасности при реконструкции здания можно увидеть в реконструкции здания на Лубянке в Москве. Проект предусматривал значительные структурные и косметические изменения в историческом здании, включая установку новых окон и замену крыши. Тем не менее проект был омрачен несколькими инцидентами безопасности, включая пожар, вспыхнувший на крыше здания во время реконструкции. В результате инцидента близлежащие жители были эвакуированы, а зданию был нанесен значительный ущерб. Позже выяснилось, что причиной пожара стали сварочные работы, которые не были должным образом защищены и не контролировались. Этот инцидент подчеркнул

необходимость принятия более эффективных мер безопасности и подготовки работников, участвующих в проектах реконструкции зданий [9].

Для снижения рисков безопасности при реконструкции зданий крайне важно установить и обеспечить соблюдение строгих протоколов и стандартов безопасности. Это включает в себя обеспечение работников надлежащей подготовкой, оборудованием и защитными средствами, а также проведение регулярных проверок и инспекций безопасности. Важно также привлечь к планированию и осуществлению проекта все заинтересованные стороны, включая работников, подрядчиков и местных органов власти, для обеспечения того, чтобы риски для безопасности были выявлены и эффективно устранены [10].

Еще один способ управления рисками безопасности при реконструкции зданий заключается в использовании технологий и автоматизации, чтобы уменьшить необходимость выполнения рабочими задач с высоким риском. Это включает использование беспилотников и других дистанционно управляемых устройств для осмотра труднодоступных районов, а также автоматизированных машин и инструментов для выполнения опасных задач.

Наконец, крайне важно иметь планы действий в чрезвычайных ситуациях для решения инцидентов, которые могут возникнуть в ходе проектов восстановления зданий. Это включает в себя наличие подготовленных групп реагирования на чрезвычайные ситуации и планов эвакуации, а также протоколов по устранению экологических опасностей и загрязнений.

Культурные и исторические риски

Исторические риски при реконструкции здания можно увидеть при реконструкции Храма Христа Спасителя в Москве. Первоначальный собор был построен в XIX веке и был разрушен в советское время. В 1990-е гг. правительство России приняло решение о реконструкции собора, и проект был завершен в 2000 г. [11].

Однако проект реконструкции не обошелся без противоречий. Некоторые критики утверждали, что новый собор не точно отражает первоначальный проект и что использование современных строительных материалов и методов умаляет историческое и культурное значение здания. Кроме того, некоторые утверждали, что реконструкция была обусловлена скорее политическими соображениями, чем искренним желанием сохранить культурную и историческую ценность здания.

Для снижения культурных и исторических рисков при реконструкции зданий крайне важно привлекать экспертов и заинтересованные стороны к планированию и осуществлению проекта. К ним относятся историки, архитекторы, защитники природы и представители местного сообщества. Важно обеспечить, чтобы в ходе восстановительных работ учитывалась историческая и культурная ценность здания с использованием соответствующих материалов, методов и элементов дизайна.

Другим способом управления культурными и историческими рисками является проведение тщательного исследования и документирования здания до начала восстановительных работ. Это включает в себя изучение истории здания, его дизайна и методов строительства, а также документирование его текущего состояния. Проведение исследования позволяет определить участки здания, которые требуют особого внимания или защиты при проведении восстановительных работ [12].

Наконец, необходимо создать механизм постоянного мониторинга и обслуживания здания после завершения реконструкции. Это включает в себя регулярные инспекции и

оценки для обеспечения того, чтобы культурная и историческая ценность здания сохранялась с течением времени.

Результаты

Реконструкция зданий может вдохнуть новую жизнь в старые здания, но она также может создать значительные риски. Структурные риски могут возникать из-за недостаточной конструкции, некачественных материалов, плохого качества изготовления и недостаточного технического обслуживания. Экологические риски могут возникать из-за некачественных материалов, высокого потребления энергии, выбросов парниковых газов и образования отходов. Финансовые риски могут быть связаны с неточной сметой расходов, непредвиденными расходами и задержками. Чтобы избежать эти риски, крайне важно расставить приоритеты по безопасности, качеству, устойчивости и соблюдению нормативных требований. Это требует надлежащего планирования и проектирования, использования высококачественных и устойчивых материалов, квалифицированного изготовления, регулярного обслуживания и эффективного надзора и инспекции. В проектах реконструкции зданий следует учитывать более широкие экологические последствия, такие как сохранение существующих зданий, повторное использование материалов для сокращения отходов и включение зеленых насаждений в целях поддержки биоразнообразия и улучшения качества воздуха. Кроме того, они должны уделять приоритетное внимание мерам по повышению энергоэффективности, таким как изоляция и эффективные системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, в целях сокращения потребления энергии и сведения к минимуму воздействия на окружающую среду. Эффективное управление отходами, включая их рециркуляцию и надлежащее удаление строительных отходов, также крайне важно для сведения к минимуму воздействия на окружающую среду. Для обеспечения финансовой жизнеспособности проектов реконструкции зданий решающее значение имеют надлежащее выявление рисков и управление ими. Уделяя первостепенное внимание безопасности, качеству, устойчивости и финансовой жизнеспособности, реконструкция зданий может принести пользу как жильцам, так и обществу в целом, сводя в то же время к минимуму риски для окружающей среды и финансовой стабильности.

Литература

1. Лapidус, А.А. Устойчивость организационно-производственных систем в условиях рисков и неопределенности строительного производства / А.А. Лapidус, И.Л. Абрамов // Перспективы науки – 2018. – № 6(105). – С. 8–11.
2. Зайцев, И.П. Разработка конструктивно-технических решений при реконструкции зданий, возведенных в сейсмических условиях / И.П. Зайцев, Л.А. Немчикова // труды новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (сибстрин) – 2020. – Т. 23. – № 1(75). – С. 20–25.
3. Зуев, А.В. Применение композитных материалов для усиления железобетонных конструкций при ремонте и реконструкции промышленных зданий / А.В. Зуев, О.А. Шутова // современные технологии в строительстве. теория и практика. – 2020. – Т. 2. – С. 193–198.
4. Guillaume, E. Reconstruction of Grenfell Tower fire. Part 1: Lessons from observations

and determination of work hypotheses / E. Guillaume, V. Dréan, B. Girardin // *Fire and Materials*. – 2020. – No 44(1). – P. 3–14.

5. Окольникова, Г.Э. Использование композитных материалов при реконструкции зданий и сооружений / Г.Э. Окольникова, С.С. Зуев, А.Ю. Царева // *Системные технологии*. – 2020. – № 1(34). – С. 35–38.

6. Жадановский, Б.В. Нормативные требования и организационно-технологические решения в области обращения со строительными отходами / Б.В. Жадановский, В.Е. Базанов // *Строительное производство*. – 2022. – № 1. – С. 43–49.

7. Володина, А.В. Инженерные задачи и решения при реконструкции стадиона «Лужники» / А.В. Володина // *Управление качеством*. – 2017. – № 7. – С. 11–15.

8. Каширская, Л.В. Направления развития контроля ФАС России в сфере закупок по строительству и реконструкции объектов капитального строительства / Л.В. Каширская, Ю.А. Зурнаджянц // *Проблемы экономики и юридической практики*. – 2022. – Т. 18. – № 6. – С. 222–228.

9. Синенко, С.А. О повышении безопасности при проведении строительно-монтажных работ в зданиях / С.А. Синенко, К.А. Оцоков // *Строительное производство*. – 2020. – № 2. – С. 80–85.

10. Баженова, Л.М. Актуализация раздела «пожарная безопасность» при разработке проектов на строительство и реконструкцию зданий и сооружений / Л.М. Баженова, С.В. Пельтихина, Е.В. Семенова // *Комплексные проблемы техносферной безопасности. Кампания «Мой город готовится»: задачи, проблемы, перспективы : сборник статей по материалам XVI Международной научно-практической конференции*. – Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2020. – С. 344–346.

11. Грахов, В.П. Сравнительный анализ методов организации выполнения отделочных работ при реконструкции объектов культурного наследия / В.П. Грахов, С.А. Мохначев, Н.М. Никифорова // *Современные проблемы науки и образования*. – 2015. – № 1-1. – С. 735.

12. Сергеев, П.В. Виртуальная реконструкция храма Христа Спасителя по проекту А. Витберга / П.В. Сергеев // *Архитектура и строительство России*. – 2015. – № 3(207). – С. 26–33.

13. Волков, С.А. Особенности разработки организационно-технологической документации при реконструкции и новом строительстве объектов / С.А. Волков, Ю.Ю. Дубровина, С.В. Цыбакин // *Научные приоритеты АПК в России и за рубежом : Сборник статей 72-й международной научно-практической конференции*. – Караваево : Костромская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. – С. 193–195.

References

1. Lapidus, A.A. Ustoychivost' organizatsionno-proizvodstvennykh sistem v usloviyakh riskov i neopredelennosti stroitel'nogo proizvodstva / A.A. Lapidus, I.L. Abramov // *Perspektivy nauki* – 2018. – № 6(105). – S. 8–11.

2. Zaytsev, I.P. Razrabotka konstruktivno-tekhnicheskikh resheniy pri rekonstruktsii zdaniy, vozvedennykh v seysmicheskikh usloviyakh / I.P. Zaytsev, L.A. Nemchikova // *trudy novosibirskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta (sibstrin)* – 2020. – Т. 23. – № 1(75). – S. 20–25.

3. Zuyev, A.V. Primeneniye kompozitnykh materialov dlya usileniya zhelezobetonnykh konstruksiy pri remonte i rekonstruktsii promyshlennykh zdaniy / A.V. Zuyev, O.A. Shutova // *Sovremennyye tekhnologii v stroitel'stve. teoriya i praktika.* – 2020. – T. 2. – S. 193–198.

5. Okol'nikova, G.E. Ispol'zovaniye kompozitnykh materialov pri rekonstruktsii zdaniy i sooruzheniy / G.E. Okol'nikova, S.S. Zuyev, A.YU. Tsareva // *Sistemnyye tekhnologii.* – 2020. – № 1(34). – S. 35–38.

6. Zhadanovskiy, B.V. Normativnyye trebovaniya i organizatsionno-tekhnologicheskiye resheniya v oblasti obrashcheniya so stroitel'nymi otkhodami / B.V. Zhadanovskiy, V.Ye. Bazanov // *Stroitel'noye proizvodstvo.* – 2022. – № 1. – S. 43–49.

7. Volodina, A.V. Inzhenernyye zadachi i resheniya pri rekonstruktsii stadiona «Luzhniki» / A.V. Volodina // *Upravleniye kachestvom.* – 2017. – № 7. – S. 11–15.

8. Kashirskaya, L.V. Napravleniya razvitiya kontrolya FAS Rossii v sfere zakupok po stroitel'stvu i rekonstruktsii ob'yektov kapital'nogo stroitel'stva / L.V. Kashirskaya, YU.A. Zurnadzh'yants // *Problemy ekonomiki i yuridicheskoy praktiki.* – 2022. – T. 18. – № 6. – S. 222–228.

9. Sinenko, S.A. O povyshenii bezopasnosti pri provedenii stroitel'no-montazhnykh rabot v zdaniyakh / S.A. Sinenko, K.A. Otsokov // *Stroitel'noye proizvodstvo.* – 2020. – № 2. – S. 80–85.

10. Bazhenova, L.M. Aktualizatsiya razdela «pozharnaya bezopasnost'» pri razrabotke proyektov na stroitel'stvo i rekonstruktsiyu zdaniy i sooruzheniy / L.M. Bazhenova, S.V. Pel'tikhina, Ye.V. Semenova // *Kompleksnyye problemy tekhnosfernoy bezopasnosti. Kampaniya «Moy gorod gotovitsya»: zadachi, problemy, perspektivy : sbornik statey po materialam XVI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii.* – Voronezh : Voronezhskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet, 2020. – S. 344–346.

11. Grakhov, V.P. Sravnitel'nyy analiz metodov organizatsii vypolneniya otdelochnykh rabot pri rekonstruktsii ob'yektov kul'turnogo naslediya / V.P. Grakhov, S.A. Mokhnachev, N.M. Nikiforova // *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya.* – 2015. – № 1-1. – S. 735.

12. Sergeev, P.V. Virtual'naya rekonstruktsiya khrama Khrista Spasitelya po proyektu A. Vitberga / P.V. Sergeev // *Arkhitektura i stroitel'stvo Rossii.* – 2015. – № 3(207). – S. 26–33.

13. Volkov, S.A. Osobennosti razrabotki organizatsionno-tekhnologicheskoy dokumentatsii pri rekonstruktsii i novom stroitel'stve ob'yektov / S.A. Volkov, YU.YU. Dubrovina, S.V. Tsybakin // *Nauchnyye priority APK v Rossii i za rubezhom : Sbornik statey 72-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii.* – Karavayevo : Kostromskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya, 2021. – S. 193–195.

Risks in Planning the Reconstruction Strategy of Construction Sites

Dayoub Nbras, A.A. Lapidus, M.A. Fakhratov

*Moscow National Research State University of Civil
Engineering, Moscow (Russia)*

Key words and phrases: reconstruction; buildings and structures; risks in planning the

reconstruction strategy of construction objects.

Abstract. The purpose of the article is to analyze the risks when planning a strategy for construction projects reconstruction. The building reconstruction strategy also includes such aspects as budget, timeline, available resources, and desired outcome. Several types of risks were examined, including structural, environmental, financial, cultural, historical and security risks. The hypothesis is that risk reduction will increase the efficiency of construction installations. As a result, risks in planning a strategy for the reconstruction of construction sites can be different, in this article some risks are analyzed, such as structural, environmental, financial, cultural and historical and security risks.

© Даюб Нбрас, А.А. Лapidус, М.А. Фахратов, 2023

List of Authors

Vanus D.S. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Reinforced Concrete and Stone Structures, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), E-mail: dahiws@Gmail.com

Ванус Д.С. – кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных и каменных конструкций Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), E-mail: dahiws@Gmail.com

Shcherbakova P.I. – Student National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), E-mail: polina_scher@mail.ru

Щербакова П.И. – студент Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), E-mail: polina_scher@mail.ru

Melnikova I.V. – Student National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), E-mail: melnickova@ya.ru

Мельникова И.В. – студент Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), E-mail: melnickova@ya.ru

Dikaya V.I. – Master Student of the Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg (Russia), E-mail: dikayavictoria@yandex.ru

Дикая В.И. – магистрант Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург (Россия), E-mail: dikayavictoria@yandex.ru

Sinchenkina M.I. – Master Student of the Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg (Russia), E-mail: a-letto@mail.ru

Синченкина М.И. – магистрант Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург (Россия), E-mail: a-letto@mail.ru

Pridvzhkin S.V. – Doctor of Economics, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Department of Information Modeling of Buildings, Structures and Territories, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg (Russia), E-mail: s.v.pridvzhkin@urfu.ru

Придвижкин С.В. – доктор экономических наук, кандидат физико-математических наук кафедры информационного моделирования зданий, сооружений и территорий Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург (Россия), E-mail: s.v.pridvzhkin@urfu.ru

Khusainov D.B. – Assistant of the Department of Information Modeling of Buildings, Structures and Territories, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg (Russia), E-mail: Danil.Khusainov@urfu.me

Хусаинов Д.Б. – ассистент кафедры информационного моделирования зданий, сооружений и территорий Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург (Россия), E-mail: Danil.Khusainov@urfu.me

Krylov D.S. – Master Student of the Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg (Russia), E-mail: denis4320517@gmail.com

Крылов Д.С. – магистрант Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург (Россия), E-mail: denis4320517@gmail.com

Karmanova M.M. – Senior Lecturer, Department of Architecture, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg (Russia), E-mail: m.m.karmanova@urfu.ru

Карманова М.М. – старший преподаватель кафедры архитектуры Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург (Россия), E-mail: m.m.karmanova@urfu.ru

Satyraev A.V. – Technical Director of JSC “Corporation “Atomstroykompleks”, Ekaterinburg (Russia), E-mail: astex@atomsk.ru

Сатылаев А.В. – технический директор АО «Корпорация «Атомстройкомплекс», г. Екатеринбург (Россия), E-mail: astex@atomsk.ru

Mamedov Sh.M. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Metal and Wooden Structures of the St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg (Russia), E-mail: mamedov_am@bk.ru

Мамедов Ш.М. – кандидат экономических наук, доцент кафедры металлических и деревянных конструкций Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, г. Санкт-Петербург (Россия), E-mail: mamedov_am@bk.ru

Gurieva M.A. – Senior Lecturer, Department of Architectural and Building Structures, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg (Russia), E-mail: ask-guriatti@mail.ru

Гуриева М.А. – старший преподаватель кафедры архитектурно-строительных конструкций Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, г. Санкт-Петербург (Россия), E-mail: ask-guriatti@mail.ru

Korolkov D.I. – Postgraduate Student of St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg (Russia), E-mail: korol9520@yandex.ru

Корольков Д.И. – аспирант Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, г. Санкт-Петербург (Россия), E-mail: korol9520@yandex.ru

Kovalevsky A.V. – Assistant of the Department of Metal and Wooden Structures, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg (Russia), E-mail: avkovalevskiy@bk.ru

Ковалевский А.В. – ассистент кафедры металлических и деревянных конструкций Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, г. Санкт-Петербург (Россия), E-mail: avkovalevskiy@bk.ru

Serikov S.A. – Doctor of Science (Engineering), Professor, Department of Electromechanics and Robotics, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg (Russia), E-mail: mr.konnny@gmail.com

Сериков С.А. – доктор технических наук, профессор кафедры электромеханики и робототехники Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург (Россия), E-mail: mr.konnny@gmail.com

Kuzmenko V.P. – Candidate of Science (Engineering), Senior Lecturer, Department of Electromechanics and Robotics, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg (Russia), E-mail: mr.konnny@gmail.com

Кузьменко В.П. – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры электромеханики и робототехники Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург (Россия), E-mail: mr.konnny@gmail.com

Serikova E.A. – Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Higher School of Automation and Robotics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg (Russia), E-mail: mr.konnny@gmail.com

Серикова Е.А. – кандидат технических наук, доцент Высшей школы автоматизации и робототехники Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург (Россия), E-mail: mr.konnny@gmail.com

Birulya V.B. – Senior Lecturer, Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg (Russia), E-mail: viktor-inf@yandex.ru

Бируля В.Б. – старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, г. Санкт-Петербург (Россия), E-mail: viktor-inf@yandex.ru

Doroshin I.N. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Technologies and Organization of Construction Production, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), E-mail: ivandoroshin@rambler.ru

Дорошин И.Н. – кандидат экономических наук, доцент кафедры технологий и организации строительного производства Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), E-mail: ivandoroshin@rambler.ru

Pakhomova L.A. – Senior Lecturer, Department of Technologies and Organization of Construction Production, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), E-mail: liliya_7172@mail.ru

Пахомова Л.А. – старший преподаватель кафедры технологий и организации строительного производства Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), E-mail: liliya_7172@mail.ru

Grammatikova S.A. – Master Student of the National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), E-mail: bekrick@bk.ru

Грамматикова С.А. – магистрант Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), E-mail: bekrick@bk.ru

Golovin K.A. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Urban Construction, Architecture and Design, Tula State University, Tula (Russia), E-mail: kagolovin@mail.ru

Головин К.А. – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой городского строительства, архитектуры и дизайна Тульского государственного университета, г. Тула (Россия), E-mail: kagolovin@mail.ru

Zabelina O.B. – Master's Student, Tula State University, Tula (Russia), E-mail: kafedra_spps@mail.ru

Забелина О.Б. – магистрант Тульского государственного университета, г. Тула (Россия), E-mail: kafedra_spps@mail.ru

Rivanenko M.S. – Postgraduate Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), E-mail: maksimriv@yandex.ru

Риваненко М.С. – аспирант Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), E-mail: maksimriv@yandex.ru

Kutsevich O.I. – Head of the Laboratory for Testing Structural Layers of Pavements and Soils, GBU Center for Expertise, Research and Testing in Construction (GBU TsEIS), Moscow (Russia), E-mail: KutsevichOI@str.mos.ru

Куцевич О.И. – начальник лаборатории испытаний конструктивных слоев дорожных одежд и грунтов ГБУ «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве» (ГБУ «ЦЭИИС»), г. Москва (Россия), E-mail: KutsevichOI@str.mos.ru

Sinenko S.A. – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technology and Organization of Construction Production, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), E-mail: sasin50@gmail.com

Синенко С.А. – доктор технических наук, профессор кафедры технологии и организации строительного производства Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), E-mail: sasin50@gmail.com

Zhadanovsky B.V. – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technology and Organization of Construction Production, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), E-mail: sasin50@gmail.com

Жадановский Б.В. – доктор технических наук, профессор кафедры технологии и организации строительного производства Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), E-mail: sasin50@gmail.com

Poznakhirko T.Yu. – Senior Lecturer, Department of Technology and Organization of Construction Production, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), E-mail: sasin50@gmail.com

Познахирко Т.Ю. – старший преподаватель кафедры технологии и организации строительного производства Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), E-mail: sasin50@gmail.com

Podoroga E. – Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), E-mail: sasin50@gmail.com

Подорога Е. – студент Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), E-mail: sasin50@gmail.com

Maksimenko A.F. – Vice-Rector of the Russian State University of Oil and Gas (NRU) named after I.M. Gubkin, Moscow (Russia), E-mail: maf@gubkin.ru

Максименко А.Ф. – проректор Российского государственного университета нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва (Россия), E-mail: maf@gubkin.ru

Mishina O.A. – President of the National Association for the Prevention and Response to Oil Spills, Moscow (Russia), E-mail: MishinaOA@nasopn.ru

Мишина О.А. – президент Национальной Ассоциации по предупреждению и ликвидации нефтеразливов, г. Москва (Россия), E-mail: MishinaOA@nasopn.ru

Ostakh S.V. – Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Russian State University of Oil and Gas (National Research University) named after I.M. Gubkin, Moscow (Russia), E-mail: ostah2009@yandex.ru

Остах С.В. – кандидат технических наук, доцент Российского государственного университета нефти и газа (национального исследовательского университета) имени И.М. Губкина, г. Москва (Россия), E-mail: ostah2009@yandex.ru

Shafray E.S. – Senior Lecturer, Associate Professor, Department of Architecture, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), E-mail: ShafrayES@mgsu.ru

Шафрай Е.С. – старший преподаватель, доцент кафедры архитектуры Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), E-mail: ShafrayES@mgsu.ru

Veshnyakov A.V. – Senior Lecturer, Department of Architectural Design, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg (Russia), E-mail: alex_veshnjakov@list.ru

Вешняков А.В. – старший преподаватель кафедры архитектурного проектирования Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, г. Санкт-Петербург (Россия), E-mail: alex_veshnjakov@list.ru

Shevtsova E.A. – Student, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg (Russia), E-mail: 99elizaveta@rambler.ru

Шевцова Е.А. – студент Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, г. Санкт-Петербург (Россия), E-mail: 99elizaveta@rambler.ru

Esaulenko I.V. – Leading Architect, Assistant of the Department of Architectural and Building Structures, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg (Russia), E-mail: eivspbgasu@gmail.com

Есауленко И.В. – ведущий архитектор, ассистент кафедры архитектурно-строительных конструкций Санкт-Петербургский государственного архитектурно-строительного университета, г. Санкт-Петербург (Россия), E-mail: eivspbgasu@gmail.com

Dayoub Nbras – Postgraduate Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), E-mail: nbrasdayoub@hotmail.com

Дяуб Нбрас – аспирант Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), E-mail: nbrasdayoub@hotmail.com

Lapidus A.A. – Doctor of Engineering, Professor, Honored Builder of the Russian Federation, Laureate of the Prize of the Government of the Russian Federation in the Field of Science and Technology, Head of the Department of Technologies and Organization of Construction Production, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), E-mail: lapidus58@mail.ru

Лapidус А.А. – доктор технических наук, профессор, заслуженный строитель Российской Федерации, лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, заведующий кафедрой технологий и организации строительного производства Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), E-mail: lapidus58@mail.ru

Fakhratov V.M. – Candidate of Science (Engineering), Engineer for Construction Control of the First Category, Department of Capital Repairs of the City of Moscow, Moscow (Russia), E-mail: fahratov@mail.ru

Фахратов В.М. – кандидат технических наук, инженер по строительному контролю первой категории департамента капитального ремонта города Москвы, г. Москва (Россия), E-mail: fahratov@mail.ru

COMPONENTS OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL PROGRESS
№ 5(83) 2023
SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL

Manuscript approved for print 23.05.23
Format 60.84/8
Conventional printed sheets 13,65
Published pages 6.46
200 printed copies

16+

Printed by Zonari Leisure LTD. Paphos