



ISSN 0044-4472

8'2023

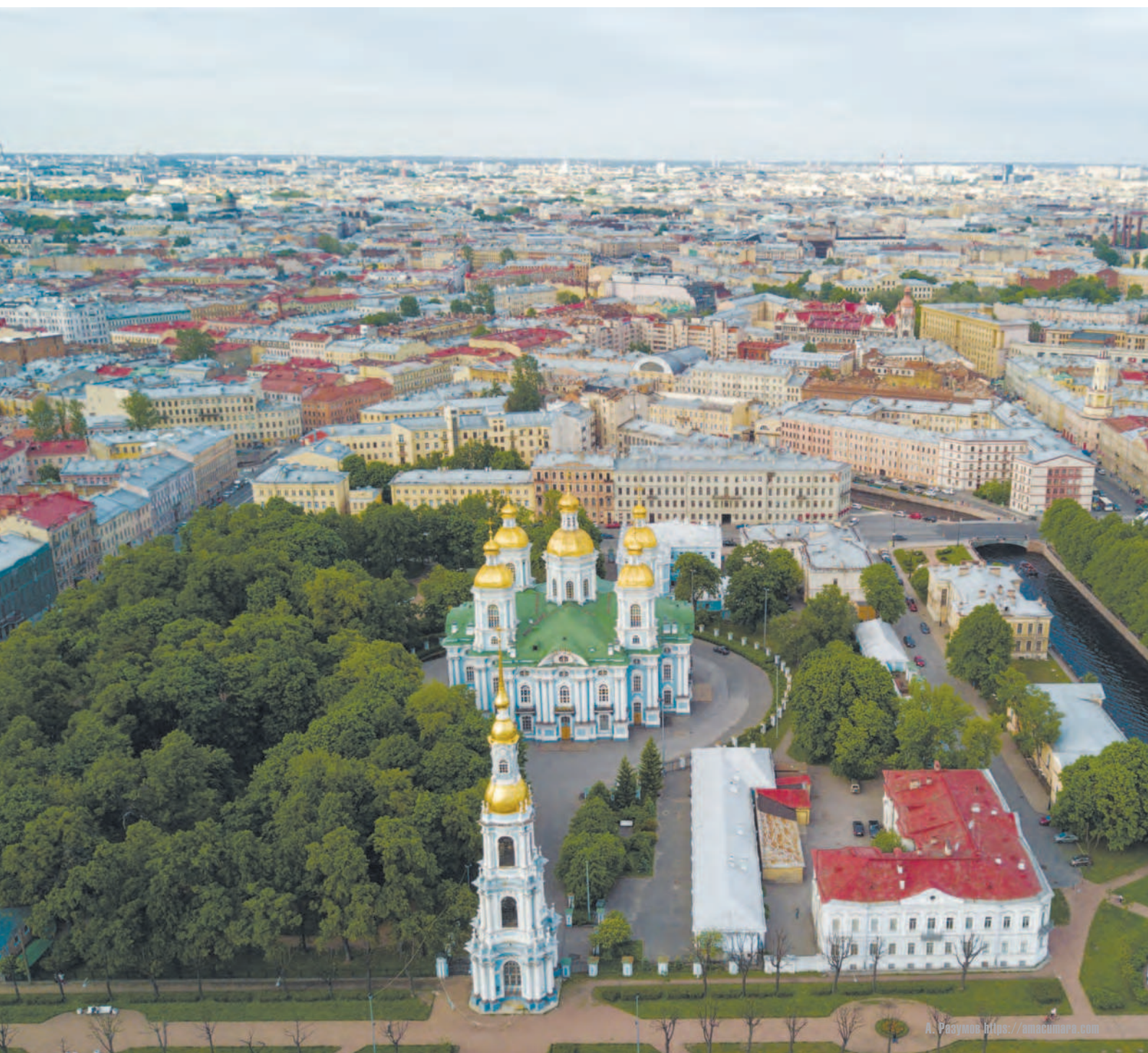
ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

научно-технический и производственный журнал

www.rifsm.ru

www.journal-hc.ru

издается с 1958 г.



А. Разумов <https://amcmara.com>

Ансамбль Николо-Богоявленского Морского собора в Санкт-Петербурге (арх. Савва Чевакинский, 1753—1762 гг.) в архитектурном тексте современного города

100+ TECHNO BUILD

X Международный
строительный форум
и выставка

forum-100.ru

3-6 октября 2023
Екатеринбург



стать экспонентом

18 720
посетителей

322
экспонента

688
спикеров

207
секций

21
страна

*показатели 2022 года

Учредитель журнала: АО «ЦНИИЭП жилища»
Адрес: Россия, 127434, Москва,
Дмитровское ш., д. 9, стр. 3

Издатель: ООО РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»
Адрес: 125319, г. Москва, ул. Черняховского,
д. 9, корп. 1, кв. 1

Входит в Перечень ВАК,
государственный проект РИНЦ
и RSCI на платформе Web of Science

Журнал зарегистрирован Министерством РФ
по делам печати, телерадиовещания
и средств массовой информации № ФС77-64906

Главный редактор

ЮМАШЕВА Е.И.,
инженер-химик-технолог,
почетный строитель России

Редакционный совет:

НИКОЛАЕВ С.В.,
председатель, д-р техн. наук,
АО «ЦНИИЭП жилища» (Москва)

АЗАРОВ В.Н.,
д-р техн. наук (Волгоград)

АКИМОВ П.А.,
д-р техн. наук, академик РААСН (Москва)

АЛЕКСЕЕВ Ю.В.,
д-р архитектуры, профессор (Москва)

БОДРОВ М.В.,
д-р техн. наук (Нижний Новгород)

ВАВРЕНЮК С.В.,
д-р техн. наук, член-корреспондент
РААСН (Владивосток)

ВОЛКОВ А.А.,
д-р техн. наук, член-корреспондент
РААСН (Москва)

ГАГАРИН В.Г.,
д-р техн. наук, член-корреспондент
РААСН (Москва)

ЖУСУПБЕКОВ А.Ж.,
д-р техн. наук (Астана, Казахстан)

ЗВЕЗДОВ А.И.,
д-р техн. наук, президент Ассоциации
«Железобетон» (Москва)

ИЛЬИЧЕВ В.А.,
д-р техн. наук, академик РААСН (Москва)

КОЛЧУНОВ В.И.,
д-р техн. наук, академик РААСН (Курск)

ЛАПИДУС А.А.,
д-р техн. наук, профессор (Москва)

МАНГУШЕВ Р.А.,
д-р техн. наук, член-корреспондент
РААСН (Санкт-Петербург)

ОРЕЛЬСКАЯ О.В.,
д-р архитектуры, член-корреспондент
РААСН, профессор (Нижний Новгород)

ОСИПОВА Н.Н.,
д-р техн. наук (Саратов)

СКОЛУБОВИЧ Ю.Л.,
д-р техн. наук, член-корреспондент
РААСН (Новосибирск)

СУББОТИН О.С.,
д-р архитектуры (Краснодар)

ТАБУНЩИКОВ Ю.А.,
д-р техн. наук, член-корреспондент
РААСН, профессор (Москва)

ТЕР-МАРТИРОСЯН А.З.,
д-р техн. наук (Москва)

ТИХОНОВ И.Н.,
д-р техн. наук (Москва)

ФЕДОСОВ С.В.,
д-р техн. наук, профессор,
академик РААСН (Москва)

Авторы

опубликованных материалов несут
ответственность за достоверность
приведенных сведений, точность данных
по цитируемой литературе
и за использование в статьях данных,
не подлежащих открытой публикации.

Редакция

может опубликовать статью
в порядке обсуждения,
не разделяя точку зрения автора.

Перепечатка

и воспроизведение статей, рекламных
и иллюстративных материалов возможны
лишь с письменного разрешения главного
редактора.

Редакция не несет ответственности
за содержание рекламы и объявлений.

ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Издается с 1958 г.

8'2023

Экономика и управление

И.И. АКУЛОВА, В.М. КРУГЛЯКОВА, Д.В. ПАНФИЛОВ

О разработке мер поддержки строительной отрасли в условиях санкций
(региональный аспект) 3

К.Ю. ЛОСЕВ, Ю.Г. ЛОСЕВ

Формирование технологического уклада малоэтажного жилищного строительства
с применением монолитных композиционных гипсобетонов 11

ВМ в строительстве

Я.В. ЖАРОВ, С.А. СЕМЁНОВ

Принципы формирования компетенций применения технологий информационного
моделирования в строительстве 21

Инсоляция

В.Н. КУПРИЯНОВ

Учет солнцезащитных устройств при расчете естественного освещения помещений 28

А.И. ИВАНЦОВ

К расчету влияния солнечной радиации на теплопотери помещений
через остекленные балконы и лоджии 37

Тепловая защита зданий

А.С. ПЕТРОВ

Оценка длительности комфорта в помещении
методом компьютерного моделирования 43

А.Ю. САРЫЧЕВ

Какими должны быть внутренние ограждающие конструкции в современном доме?
(Информация) 53

История архитектуры

Э.П. ЧЕРНЫШОВА, А.Ф. БУРЬЯНОВ

Трансляция общечеловеческого опыта архитектурными пространствами
на примере Санкт-Петербурга 55

Материалы и конструкции

И.В. СТЕПИНА, А.Д. ЖУКОВ, С.И. БАЖЕНОВА, К.С. СТЕНЕЧКИНА

Повышение термостабильности материалов на основе древесины 62

На первой странице обложки: Ансамбль Николо-Богоявленского Морского собора в Санкт-Петербурге (арх. Савва Чевакинский, строительство 1753–1762 гг.) – один из лучших городских архитектурных памятников елизаветинского барокко, первый в России храм всех моряков – в архитектурном тексте современного города (фото А. Разумова <https://amacumara.com>, лицензия ООО РИФ «Стройматериалы»)

Founder of the journal: AO «TSNIIEP zhilishcha»
Address: 9/3 Dmitrovskoye Highway, 127434,
Moscow, Russian Federation

Publisher: «STROYMATERIALY»
Advertising-Publishing Firm, 000
Address: 1, 9 Bldg. 1, Chernyakhovskogo Street,
Moscow, 125319, Russian Federation

The journal is registered by the RF Ministry
of Press, Broadcasting and Mass
Communications, № FS77-64906

Editor-in-chief

YUMASHEVA E.,
chemical process engineer,
Honorary Builder of Russia

Editorial Board:

NIKOLAEV S.,
Chairman,
Doctor of Sciences (Engineering),
AO «TSNIIEP zhilishcha» (Moscow)

AKIMOV P.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Academician of RAACS (Moscow)

ALEKSEEV Yu.,
Doctor of Architecture, Professor (Moscow)

AZAROV V.,
Doctor of Sciences (Engineering),
(Volgograd)

BODROV M.V.,
Doctor of Sciences (Engineering)
(Nizhny Novgorod)

FEDOSOV S.,
Doctor of Science (Engineering), Professor,
Academician of RAACS (Moscow)

GAGARIN V.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Corresponding member of RAACS
(Moscow)

IL'ICHEV V.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Academician of RAACS, Research
Supervisor of the Academic Scientific
and Creative Center of RAACS (Moscow)

KOLCHUNOV V.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Academician of RAACS (Kursk)

LAPIDUS A.A.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Professor (Moscow)

MANGUSHEV R.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Corresponding member of RAACS
(Saint-Petersburg)

ORELSKAYA O.,
Doctor of Architecture, Corresponding
member of RAACS, Professor
(Nizhny Novgorod)

OSIPOVA N.N.,
Doctor of Sciences (Engineering) (Saratov)

SKOLUBOVICH Yu.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Corresponding member of RAACS
(Novosibirsk)

SUBBOTIN O.,
Doctor of Architecture (Krasnodar)

TABUNTSCHIKOV Yu.A.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Corresponding member of RAACS,
Professor (Moscow)

TER-MARTIROSIAN A.,
Doctor of Sciences (Engineering) (Moscow)

TIKHONOV I.,
Doctor of Sciences (Engineering) (Moscow)

VAVRENIUK S.,
Doctor of sciences (Engineering),
Corresponding member of RAACS
(Vladivostok)

VOLKOV A.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Corresponding member of RAACS (Moscow)

ZHUSUPBEKOV A.,
Doctor of Sciences (Engineering)
(Astana, Kazakhstan)

ZVEZDOV A.,
Doctor of Sciences (Engineering), President,
Association «Zhelezobeton» (Moscow)

The authors

of published materials are responsible for the accu-
racy of the submitted information, the accuracy of
the data from the cited literature and for using in
articles data which are not open to the public.

The Editorial Staff

can publish the articles as a matter for discussion,
not sharing the point of view of the author.

Reprinting

and reproduction of articles, promotional and illus-
trative materials are possible only with the written
permission of the editor-in-chief.

The Editorial Staff is not responsible for the
content of advertisements and announcements.

ZHILISHCHNOE STROITEL'STVO

Published since 1958

8'2023

Economy and management

I.I. AKULOVA, V.M. KRUGLYAKOVA, D.V. PANFILOV

On the Development of Measures to Support the Construction Industry
in the Context of Sanctions (Regional Aspect) 3

K.Yu. LOSEV, Yu.G. LOSEV

Formation of a Low-Rise Housing Construction Technological Order
with the use of Monolithic Composite Gypsum Concrete 11

BIM in construction

Ya.V. ZHAROV, S.F. SEMENOV

The Concept of the Formation of Competencies for the Use
of Information Modeling Technologies in Construction. 21

Insolation

V.N. KUPRIANOV

Accounting of Sun Protection Devices when Calculating Natural Lighting of Premises 28

A.I. IVANTSOV

To the Calculation of the Influence of Solar Radiation on the Heat Losses
of Premises Through Glazed Balconies and Loggias. 37

Heat protection of buildings

A.S. PETROV

Evaluation of the Duration of Indoor Comfort by Computer Simulation 43

A.Yu. SARYCHEV

What Should Be the Internal Enclosing Structures in a Modern House? (Information) 53

History of architecture

E.P. CHERNYSHOVA, A.F. BURYANOV

Translation of General Human Experience by Architectural Spaces of St. Petersburg 55

Materials and structures

I.V. STEPINA, A.D. ZHUKOV, S.I. BAZHENOVA, K.S. STENECHKINA

Increasing the Thermal Stability of Wood-Based Materials 62

On the front cover page: Ensemble of the Nikolo-Bogoyavlensky Naval Cathedral in St. Petersburg (archi-
tect Savva Chevakinsky, construction 1753–1762) is one of the best city architectural monuments of the
Elizabethan Baroque, the first temple in Russia for all sailors – in the architectural text of a modern city
(photo by A. Razumov <https://amacumara.com>, license LLC RIF "Building Materials")

Editorial address: 9/3, Dmitrovskoye Hwy, 127434, Moscow, Russian Federation

Tel.: (499) 976-22-08; 976-20-36

Email: mail@rifsm.ru

<http://www.journal-hc.ru>

<http://www.rifsm.ru>

УДК 69.338.27

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-3-10>

И.И. АКУЛОВА, д-р экон. наук, проф. (akulovaii@yandex.ru),
В.М. КРУГЛЯКОВА, д-р экон. наук, проф. (vinikat@mail.ru),
Д.В. ПАНФИЛОВ, канд. техн. наук, доц. (panfilov_dv@vgasu.vrn.ru)

Воронежский государственный технический университет (394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84)

О разработке мер поддержки строительной отрасли в условиях санкций (региональный аспект)

Рассматриваются вопросы, связанные со стабилизацией деятельности строительной отрасли в условиях санкций недружественных государств. Санкционное давление во всех регионах РФ проявляется в сокращении спроса на конечную строительную продукцию, замедлении динамики жилищного строительства и в соответствующем снижении объемов производства строительных материалов, изделий и конструкций. В рамках противостояния этой негативной ситуации в Воронежской области разработаны меры поддержки строительной отрасли по критическим направлениям: импортозамещение, инвестиции, рынок труда и логистика. Система антикризисных мер формировалась на основе анализа и сценарного прогноза индикаторов отраслевого развития – объема работ по виду деятельности «Строительство», ввода жилья застройщиками, ввода жилья населением, объема производства основных видов стройматериалов и изделий. Для каждой предложенной меры поддержки разрабатывался алгоритм ее реализации, определялись объем необходимых инвестиций, источники финансирования и ответственные исполнители, анализировались сопутствующие риски. Показано, что поддержка региональных предприятий и организаций строительной отрасли в условиях санкций должна опираться в том числе на научное и образовательное сопровождение, обеспечиваемое ведущими образовательными учреждениями региона. Изложенные материалы представляют интерес для органов исполнительной власти, а также для хозяйствующих субъектов строительной отрасли различных регионов РФ.

Ключевые слова: жилищное строительство, производство строительных материалов, санкционное давление, меры поддержки.

Для цитирования: Акулова И.И., Круглякова В.М., Панфилов Д.В. О разработке мер поддержки строительной отрасли в условиях санкций (региональный аспект) // *Жилищное строительство*. 2023. № 8. С. 3–10. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-3-10>

I.I. AKULOVA, Doctor of Sciences (Economics), Professor (akulovaii@yandex.ru),
V.M. KRUGLYAKOVA, Doctor of Sciences (Economics), Professor (vinikat@mail.ru),
D.V. PANFILOV, Candidate of Sciences (Engineering), Docent (panfilov_dv@vgasu.vrn.ru)
Voronezh State Technical University (84, 20-letiya Otktyabrya Street, Voronezh, 394006, Russian Federation)

On the Development of Measures to Support the Construction Industry in the Context of Sanctions (Regional Aspect)

Issues related to the stabilization of the construction industry under the sanctions of unfriendly states are considered. The sanctions pressure in all regions of the Russian Federation is manifested in a reduction in demand for final construction products, a slowdown in the dynamics of housing construction and a corresponding decrease in the volume of production of building materials, products and structures. As part of countering this negative situation in the Voronezh Region, measures have been developed to support the construction industry in critical areas – import substitution, investment, the labor market and logistics. The system of anti-crisis measures was formed on the basis of the analysis and scenario forecast of indicators of sectoral development – the volume of work by type of activity “Construction”, the commissioning of housing by developers, the commissioning of housing by the population, the volume of production of the main types of building materials and products. For each proposed support measure, an algorithm for its implementation was developed, the amount of necessary investments, sources of financing and responsible executors were determined, and associated risks were analyzed. It is shown that the support of regional enterprises and organizations of the construction industry in the context of sanctions should be based, among other things, on scientific and educational support provided by the leading educational institutions of the region. The presented materials are of interest to executive authorities, as well as to economic entities of the construction industry in various regions of the Russian Federation.

Keywords: housing construction, production of building materials, sanctions pressure, support measures.

For citation: Akulova I.I., Kruglyakova V.M., Panfilov D.V. On the development of measures to support the construction industry in the context of sanctions (regional aspect). *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2023. No. 8, pp. 3–10. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-3-10>

Постановка проблемы

Санкции, реализуемые недружественными государствами в отношении экономики РФ, оказывают негативное влияние на функционирование всех отраслей и промышленных комплексов страны. В строительной отрасли отрицательное воздействие беспрецедентного санкционного давления проявляется в замедлении динамики строительства, прежде всего жилищного, и, как следствие, в сокращении объемов производства строительных материалов, изделий и конструкций [1–3].

В сложившихся условиях Правительством РФ и органами исполнительной власти регионов ведется комплексная и системная работа по обеспечению стабилизации и наращиванию масштабов строительного производства, увеличению предложения на внутреннем рынке и восстановлению конечного спроса на строительную продукцию. В рамках такой работы Правительством Воронежской области был инициирован процесс формирования Плана специальных экономических (антикризисных) мер поддержки экономики региона в условиях санкций недружественных государств (далее – План), который включает соответствующие разработки по основным видам промышленной деятельности, реализуемым на территории области [4–7].

Для определения мер поддержки строительной отрасли с учетом региональной специфики потребовалось проведение комплексного исследования и решение следующих задач:

- 1) выполнить анализ состояния строительной отрасли и прогноз индикаторов ее развития;
- 2) определить критические направления и проблемы функционирования отрасли в условиях санкций;
- 3) составить перечень мер поддержки строительной отрасли;
- 4) разработать алгоритм реализации ключевых мер поддержки;
- 5) выделить и оценить риски реализации Плана антикризисных мер;
- 6) определить основные мероприятия по научному и образовательному сопровождению реализации мер поддержки строительной отрасли.

В процессе исследования использовалась информация Государственного комитета статистики, а также первичные данные предприятий и организаций строительной отрасли Воронежской области, полученные путем анкетирования.

Анализ состояния строительной отрасли и прогноз индикаторов ее развития

Анализ и прогноз проводились по двум основным направлениям – «Строительство» и «Производство строительных материалов, изделий и конструкций».

В рамках направления «Строительство» наиболее подробно рассматривалась ситуация в жилищном строительстве, поскольку именно на данный вид деятельности приходится более 80% объема всех строительных работ [8, 9].

По итогам 2021 г. Воронежская область заняла десятое место среди субъектов РФ по объемам строительства, причем ввод жилья на одного жителя региона составил порядка 0,8 м², превысив среднероссийское значение этого показателя.

В I квартале 2022 г. (точнее, февраль–март) темпы ввода жилья в области существенно сократились в результате падения покупательной способности населения, резкого роста цен на строительные материалы, стремительного увеличения ставки по ипотечным кредитам. Однако во II квартале ситуация несколько стабилизировалась, и темпы ввода жилья приблизились к показателям аналогичного периода 2021 г. [10, 11].

За три квартала 2022 г. объем строительства жилья достиг 1200 тыс. м². При этом доля индивидуального жилищного строительства (ИЖС) составила 60% при традиционном значении, соответствующем 50–55%. В определенной мере возрастание интереса населения к ИЖС обусловливается ограничениями, действовавшими в 2020–2021 гг. в период пандемии.

С октября 2018 г. по май 2022 г. средняя стоимость 1 м² жилья в Воронежской области удвоилась и превысила 80 тыс. р. Наибольший рост цен был отмечен на жилье, возведенное на основе объемных блоков, – 22% за два квартала 2022 г.

Увеличение стоимости жилья, по нашему мнению, связано не только с имевшим место повышением цен на строительные материалы и изделия, но и с высокой долей концентрации регионального строительного рынка, когда три крупных застройщика обеспечивают более 70% всего объема жилищного строительства. Данное обстоятельство наряду со снижением покупательной способности населения предопределяет развитие тенденции к снижению спроса на жилье в перспективе.

Анализ по направлению «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» позволил сделать вывод о наличии на территории Воронежской области достаточно мощной производственной базы строительства, позволяющей выпускать широкую номенклатуру продукции: цемент, известь, мел, песок, щебень, сухие смеси, сборные железобетонные конструкции и детали, кирпич керамический, кирпич силикатный, мелкие газосиликатные блоки, керамическую плитку, изделия теплоизоляционные на основе вспененных полимеров, полиэтиленовые трубы.

Большая часть предприятий базы стройиндустрии располагается на северо-западе области, что обуславливает, с одной стороны, высокую долю транспортных затрат в себестоимости продукции, а с другой – ввоз строительных материалов в отдаленные от сосредоточения предприятий районы из соседних областей. Региональные производители применяют в основном традиционные технологии при среднем уровне износа оборудования 60–65%.

В 2019–2021 гг. наблюдался рост объемов производства цемента, извести, газосиликатных мелких блоков, сборных железобетонных изделий и конструкций, товарного бетона, гранитного щебня. В этот же период сократился выпуск керамического и силикатного кирпича. Отметим, что последний вытесняется с рынка газосиликатными блоками. Значительно, почти на 25%, увеличилось производство товарного бетона, что связано с существенной долей (58,8%) возводимых жилых объектов на основе строительных систем «монолит+газосиликат» и «монолит+кирпич».

По состоянию на 31.12.2021 г. в промышленности строительных материалов региона было занято не более 1% проживающего на его территории активного населения, причем в 2022 г. численность работающих по средним и крупным предприятиям получила тенденцию к сокращению.

За последнее пятилетие доля микро- и малых предприятий отрасли, которые в силу ограниченности ресурсов не могут обеспечить высокий уровень качества строительных изделий и конструкций, увеличилась с 41 до 68%. Данное обстоятельство также способствует снижению спроса на строительную продукцию региональных производителей.

Прогноз ситуации в строительной сфере разрабатывался в ноябре 2022 г. с учетом выявленных тенденций в динамике следующих индикаторов: объем работ по виду деятельности «Строительство», ввод жилья застройщиками, ввод жилья населением. При этом использовался многовариантный подход, предусматривающий разработку трех сценариев – оптимистичного, целевого и пессимистичного, различающихся силой негативного влияния санкционного давления на строительную отрасль региона (рис. 1–3).

В соответствии с наиболее вероятным целевым прогнозом к 2025 г. предполагается незначительное – на 5,5%, увеличение объема работ по виду деятельности «Строительство», обусловленное прежде всего ценовым фактором. Вместе с тем ввод жилья в натуральном выражении сократится почти на 4% при одновременном росте объема ИЖС на 3,5%.

Для целевого сценария с учетом прогнозных показателей по направлению «Строительство» разрабатывался прогноз потребления основных видов

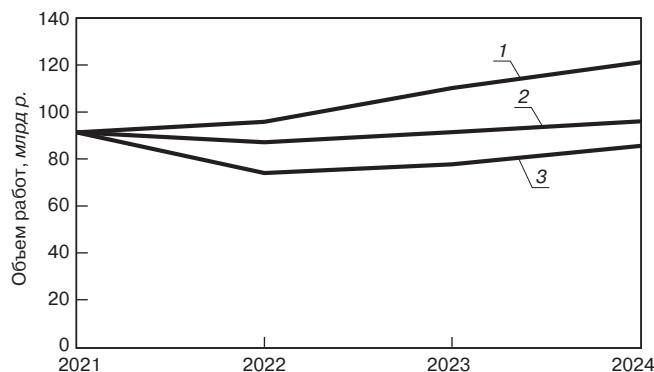


Рис. 1. Прогноз объема работ по виду деятельности «Строительство» в 2022–2024 гг.: 1 – оптимистичный сценарий; 2 – целевой сценарий; 3 – пессимистичный сценарий

Fig. 1. Forecast of the volume of work by type of activity «Construction» in 2022–2024: 1 – optimistic scenario; 2 – target scenario; 3 – pessimistic scenario

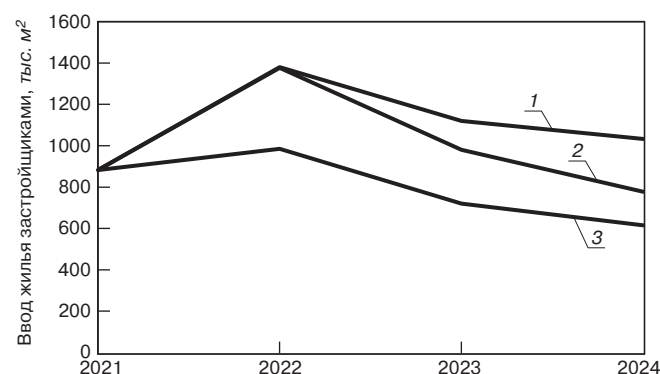


Рис. 2. Прогноз ввода жилья застройщиками в 2022–2024 гг.: 1 – оптимистичный сценарий; 2 – целевой сценарий; 3 – пессимистичный сценарий

Fig. 2. Forecast of housing commissioning by developers in 2022–2024: 1 – optimistic scenario; 2 – target scenario; 3 – pessimistic scenario

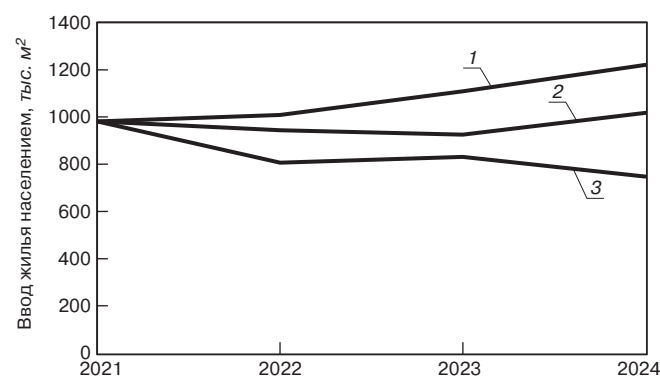


Рис. 3. Прогноз ввода жилья населением (ИЖС) в 2022–2024 гг.: 1 – оптимистичный сценарий; 2 – целевой сценарий; 3 – пессимистичный сценарий

Fig. 3. Forecast of housing commissioning by the population (individual housing construction – IHC) in 2022–2024: 1 – optimistic scenario; 2 – target scenario; 3 – pessimistic scenario

строительных материалов и изделий в период 2022–2024 гг. (табл. 1). Ожидаемое сокращение объемов строительства станет основной причиной снижения объемов потребления продукции предприятий про-

Таблица 1
Table 1
Прогноз потребления основных видов строительных материалов и изделий по целевому сценарию
Forecasted volumes of the main types consumption of building materials and products under the target scenario

Вид строительных материалов и изделий	Прогнозные значения объемов потребления по годам		
	2022	2023	2024
Цемент, тыс. т	2329	1795	1 802
Известь, тыс. т	500	385	386
Кирпич керамический, млн шт. усл. кирпича	13,44	10,36	10,4
Кирпич силикатный, млн шт. усл. кирпича	72,18	55,6	55,83
Мелкие газосиликатные блоки, тыс. м ³	641	487	490
Сборные железобетонные конструкции, тыс. м ³	735,34	567	570
Бетон товарный, тыс. м ³	1026	791	794
Щебень гранитный, тыс. м ³	14 400	11 108	11 146

мышленности стройматериалов, ориентированных на Воронежскую область, в среднем на 4–6%. Данное обстоятельство отрицательно скажется на бюджетной эффективности региона.

Критические направления и проблемы функционирования строительной отрасли в условиях санкций

Проведенные анализ и прогноз позволили выделить четыре критических направления деятельности строительной отрасли Воронежской области в условиях санкционного давления – импортозамещение, инвестиции, рынок труда и логистика. В рамках каждого направления определены основные проблемы, решение которых будет способствовать стабилизации ситуации в отрасли и повышению ее устойчивости в кратко- и среднесрочной перспективе [12–15]:

– *«Импортозамещение»* – дефицит комплектующих и запасных частей для обслуживания находящегося в эксплуатации импортного оборудования; сокращение поставок сырьевых компонентов, необходимых для производства строительных материалов и изделий (добавки, пигменты и пр.);

– *«Инвестиции»* – снижение темпов нового строительства; низкий технический уровень региональных производителей строительных материалов и изделий; высокая себестоимость строительной продукции;

– *«Рынок труда»* – высвобождение работников в связи со снижением динамики строительства и сокращением производства строительных материалов;

– *«Логистика»* – нарушение (разрыв) логистических связей между поставщиками сырья и производителями строительных материалов, производителями и застройщиками.

Необходимо указать, что большинство проблем строительной отрасли носит системный характер и возникло еще до начала активных действий недружественных государств по ограничению экономической деятельности на территории РФ. Однако введенные санкции, несомненно, оказывают дополнительное существенно негативное влияние на ситуацию в отрасли по всем перечисленным выше направлениям.

Перечень мер поддержки строительной отрасли

В условиях санкционного давления «макропроблемой» функционирования строительной отрасли становится снижение спроса на строительную продукцию. Ее решение может быть обеспечено на основе такого инструмента, как корректировка общей для всех регионов финансово-инвестиционной политики поддержки региональных застройщиков и производителей строительных материалов [4, 5]. При реализации этого инструмента следует:

– пересмотреть порядок предъявления требований генподрядчику по оплате налоговых начислений за субподрядные организации и поставщиков;

– предусмотреть в контрактах возможность изменения цены и утвердить порядок ее пересчета в связи с инфляционными процессами (переход на ресурсный метод), а также перечень случаев для продления сроков исполнения контракта;

– по действующим контрактам отменить штрафные санкции в случае нарушения сроков исполнения по не зависящим от подрядчика причинам;

– учитывать стоимость работ, выполненных в счет авансовых платежей, при корректировке остатков объемов выполненных работ из-за изменения стоимости строительных ресурсов;

– предусмотреть включение в сметы сумм на обслуживание банковских гарантий по заключенным контрактам;

– использовать механизм экстренного сопровождения при реализации контрактов полного цикла для оперативного пересмотра сметной стоимости;

– рассмотреть возможность перехода на трехлетние долгосрочные контракты;

– рассмотреть с ресурсоснабжающими организациями порядок ускоренного заключения договоров на техприсоединение;

– проработать изменение в государственные и муниципальные контракты по проектно-изыскательским работам (ПИР) с целью выделения этапов их

Таблица 2
Table 2

Меры поддержки строительной отрасли в условиях санкций с учетом региональной специфики
Support measures for the building industry in the conditions of sanctions taking into account regional specifics

Проблема	Содержание меры поддержки
<i>По направлению «Импортозамещение»</i>	
Дефицит комплектующих и запасных частей для обслуживания находящегося в эксплуатации импортного оборудования	Организация поставок комплектующих и запчастей для импортного оборудования из стран Азии – Китая, Египта и др.
Сокращение поставок сырьевых компонентов, необходимых для производства строительных материалов и изделий (добавки, пигменты и пр.)	Освоение производства современных добавок по результатам исследований региональных разработчиков, а также строительных изделий и конструкций на их основе
<i>По направлению «Инвестиции»</i>	
Снижение темпов нового строительства	Строительство жилья с привлечением денежных средств, предусмотренных программными документами для малообеспеченных групп населения
	Формирование транспортной и инженерной инфраструктуры под индивидуальное жилищное строительство на свободных земельных участках муниципальных образований
Низкий технический уровень региональных производителей строительных материалов и изделий	Модернизация действующих производств, в том числе в рамках приостановленных инвестиционных проектов, с учетом уровня их экономической и бюджетной эффективности
Высокая себестоимость строительной продукции	Освоение технологии строительных материалов, изделий и конструкций с применением промышленных отходов региона
<i>По направлению «Рынок труда»</i>	
Высвобождение работников в связи со снижением динамики строительства и сокращением производства строительных материалов	Создание единой информационной базы предприятий строительной отрасли и вузов региона для быстрой координации и реализации программ переподготовки работников
	Переподготовка специалистов различного уровня квалификации в соответствии с актуализированными потребностями предприятий и организаций строительной отрасли
<i>По направлению «Логистика»</i>	
Нарушение (разрыв) логистических связей между поставщиками сырья и производителями строительных материалов, производителями и застройщиками	Создание единой информационной базы логистических компаний для адаптации логистической сети региона к условиям санкционного давления
	Разработка системы мотивации предприятий к выстраиванию внутрирегиональной кооперации и сокращению логистических затрат

выполнения, оплата по которым будет производиться заказчиком по мере передачи исполнителем;

– рассмотреть объективность стоимости ПИР по государственным и муниципальным контрактам с целью установления ее на уровне не менее 4–5% от стоимости СМР;

– проработать возможность предоставления налоговых каникул по НДС для организаций, работающих по государственным и муниципальным контрактам.

Меры поддержки строительной отрасли Воронежской области, предлагаемые авторами с учетом региональной специфики, представлены в табл. 2.

Для всех мер поддержки строительной отрасли Воронежской области определены потребности в инвестициях, источники финансирования и сроки реализации. При этом в качестве ответственных исполнителей выступают Департамент строительной

политики, Департамент промышленности и транспорта, а также Департамент социальной защиты населения.

Алгоритм реализации ключевых мер поддержки строительной отрасли

Алгоритм реализации ключевой меры поддержки, заключающейся в модернизации действующих производств, в том числе в рамках приостановленных инвестиционных проектов с учетом уровня их экономической и бюджетной эффективности, состоит из последовательных действий:

- 1) аудит предприятий региона по производству строительных материалов, изделий и конструкций;
- 2) формирование перечня предприятий, подлежащих модернизации;
- 3) определение задач и направлений модернизации действующих производств;

Таблица 3
Table 3

Результаты экспертных оценок по определению вероятности и значимости рисков реализации антикризисных мер
Expert assessment results to determine the probability and significance of the implementing anti-crisis measures risks

Ранг угрозы	Сущность угрозы	Оценка вероятности проявления	Оценка силы воздействия (значимость угрозы)
1	Рост цен на сырье и материалы, оборудование	0,95	0,191
2	Снижение платежеспособного спроса населения на строительную продукцию	0,75	0,222
3	Увеличение износа основных производственных фондов, парка машин и механизмов, проблемы проведения своевременных ремонтов и замены комплектующих импортного оборудования	0,7	0,164

4) разработка программ и проектов модернизации;

5) бизнес-планирование программ модернизации;

6) привлечение инвесторов и реализация бизнес-планов.

В результате осуществления этой меры предполагается повышение конкурентоспособности строительных материалов региональных производителей и обеспечение высокой степени загрузки мощностей предприятий, действующих на территории области.

Аналогичным образом разрабатывались алгоритмы реализации мер по всем позициям табл. 2.

Основные риски реализации плана антикризисных мер

На возможность реализации мер поддержки строительной отрасли в условиях санкционного давления оказывают негативное влияние следующие факторы:

- рост цен на сырье и материалы, оборудование;
- снижение платежеспособного спроса на строительную продукцию;
- увеличение износа основных производственных фондов, парка машин и механизмов, проблемы проведения своевременных ремонтов и замены комплектующих импортного оборудования;
- нарастание дефицита квалифицированных рабочих кадров;
- отказ партнеров от сотрудничества;
- дефицит запасных частей и комплектующих из Германии, Австрии и других недружественных стран;
- задержка на неопределенный срок поставок сырьевых компонентов (добавок, пигментов и пр.) и материалов (отделочные премиум-класса, элементы системы «умный дом», санитарно-техническое оборудование и пр.) ввиду ограничений на международную транспортировку;
- проведение дополнительных мобилизационных мероприятий, оказывающее в том числе влияние на рынок труда, а также на уровень спроса на строительную продукцию в регионе.

Из представленного перечня наиболее вероятным, по мнению экспертов, отраслевым риском является рост цен на сырье и материалы, оборудование (табл. 3).

Научное и образовательное сопровождение реализации мер поддержки строительной отрасли

В Воронежской области ведущая роль в научном и образовательном сопровождении строительной отрасли принадлежит «строительному блоку» Воронежского государственного технического университета (ВГТУ), реализующему большое количество образовательных программ по подготовке и переподготовке специалистов для строительной отрасли региона, а также выполняющему значительный объем научно-исследовательских работ строительного профиля. Используемые в строительстве и производстве строительных материалов научные разработки вуза способствуют повышению устойчивости отрасли в условиях санкций недружественных государств.

К основным мероприятиям по образовательному сопровождению реализации мер поддержки строительной отрасли, по мнению авторов, относятся [16]:

- создание профильных региональных координационных площадок для взаимодействия образовательных организаций региона с работодателями;
- осуществление систематического мониторинга и прогнозирования количественных и качественных потребностей отрасли в кадрах различного образовательного уровня и квалификации;
- актуализация действующих и разработка новых программ среднего профессионального и высшего образования по направлению подготовки «Строительство» с учетом современных потребностей отраслевого рынка труда;
- актуализация и разработка краткосрочных программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки с учетом требований актуализированных профессиональных стандартов;

– разработка цифровых решений и платформ, обеспечивающих рост эффективности и доступности образовательных программ [17].

Реализация обозначенных мероприятий будет способствовать сохранению кадрового потенциала строительной отрасли региона при возможном высвобождении работников в условиях санкций.

Заключение

Проведенный анализ показал, что строительная отрасль регионов начала адаптироваться к изменяющейся под санкционным давлением недружественных государств экономической ситуации. Существенную поддержку в этом оказывают меры, предпринимаемые Правительством РФ и органами исполнительной власти на местах, направленные прежде всего на поддержание спроса внутреннего рынка на конечную строительную продукцию. Большая работа проводится самими предприятиями и организациями строительной отрасли по поиску оте-

чественных аналогов комплектующих к импортным агрегатам, поставщиков инженерного, технологического и строительного оборудования, программного обеспечения из дружественных стран Азии.

Предприятия промышленности строительных материалов не испытывают дефицита в сырьевых ресурсах, а строительные организации – в зарубежных стройматериалах, за исключением сегмента отделочных материалов и санитарно-технического оборудования премиум-класса. Принимая во внимание небольшие (не более 15%) объемы строительства жилья категории премиум, данная проблема вряд ли может быть идентифицирована как критическая.

Меры поддержки строительной отрасли, разрабатываемые в регионах и учитывающие специфику развития самой отрасли и ее производственной базы, призваны способствовать стабилизации и наращиванию масштабов строительного производства в кратко- и среднесрочной перспективе.

Список литературы

1. Боровков С.К. Негативное влияние санкций на деятельность строительных компаний // *Современные научные исследования и инновации*. 2015. № 12. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2015/12/61735>
2. Андриянов И.Н., Коломийцев С.В., Лесина Т.В. Неоднозначное влияние санкций и импортозамещения на развитие российской экономики: некоторые выводы и оценки // *Тенденции развития науки и образования*. 2021. № 80–1. С. 12–16.
3. Курманова Л.Р., Курманова Д.А., Садыкова А.И. Угрозы экономической безопасности в сфере жилищного строительства в современных условиях // *Финансовый бизнес*. 2022. № 6 (228). С. 51–53.
4. Реммельг Я.А. Меры поддержки строительной отрасли в 2022 году. *Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Национальная конференция с международным участием, посвященная 300-летию Российской академии наук*. Белгород, 2022. С. 153–159.
5. Яндиев А.В. Антикризисные меры государственной поддержки строительной отрасли в Российской Федерации // *Экономика и предпринимательство*. 2020. № 5 (118). С. 37–39.
6. Чернышов Е.М., Акулова И.И., Проскурин Д.К., Астанин В.И. Строительная отрасль России в 1991–2021 гг.: от кризиса к инновационному развитию (региональный акцент). Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство и транспорт.

References

1. Borovkov S.K. The negative impact of sanctions on the activities of construction companies. *Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovatsii*. 2015. No. 12. (In Russian). URL: <https://web.snauka.ru/issues/2015/12/61735>
2. Andriyanov I.N., Kolomiitsev S.V., Lesina T.V. The ambiguous impact of sanctions and import substitution on the development of the Russian economy: some conclusions and assessments. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2021. No. 80–1, pp. 12–16. (In Russian).
3. Kurmanova L.R., Kurmanova D.A., Sadykova A.I. Threats to economic security in the field of housing construction in modern conditions. *Finansovyi biznes*. 2022. No. 6 (228), pp. 51–53. (In Russian).
4. Remmel'g Ya.A. Measures to support the construction industry in 2022. *International Scientific and Technical Conference of Young scientists of V.G. Shukhov BSTU. National Conference with international participation dedicated to the 300th anniversary of the Russian Academy of Sciences*. Belgorod. 2022, pp. 153–159. (In Russian).
5. Yandiev A.V. Anti-crisis measures of state support for the construction industry in the Russian Federation. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. 2020. No. 5 (118). pp. 37–39 (In Russian).
6. Chernyshov E.M., Akulova I.I., Proskurin D.K., Astanin V.I. The construction industry of Russia in 1991–2021: from crisis to innovative development (regional emphasis). Sustainable development of the region: architecture, construction and transport. *Materials of*

- Материалы VIII Международной научно-практической конференции.* Тамбов, 2021. С. 12–22.
7. Акулова И.И., Чернышов Е.М. Стратегия развития регионального строительного комплекса: технология разработки, направления и опыт реализации // *Строительные материалы.* 2018. № 3. С. 17–23.
 8. Хабаров К.В. Анализ ситуации на рынке жилой недвижимости Воронежской области // *Инновации, технологии и бизнес.* 2020. № 2 (8). С. 59–65.
 9. Свиридова Е.О. Маркетинговые исследования регионального рынка жилой недвижимости (на примере Воронежской области) // *Экономика и управление: анализ тенденций и перспектив развития.* 2015. № 20. С. 49–55.
 10. Бердникова В.Н., Габриелян К.М. Жилищное ипотечное кредитование в России: накопленный опыт и современные вызовы // *Beneficium.* 2022. № 3 (44). С. 41–48.
 11. Щукина Т.В., Сорокина Т.В., Карачева Н.В. Последствия регулирования ипотечной ставки в РФ // *Baikal Research Journal.* 2022. Т. 13. № 1.
 12. Яськова Н.Ю., Зайцева Л.И., Викторов М.Ю. Проблемы реализации импортозамещения в строительстве // *Вестник Евразийской науки.* 2022. Т. 14. № 4. С. 29.
 13. Круглякова В.М., Мещерякова М.А., Чеснокова Е.А. Экономические проблемы и инструментарий управления недвижимостью. Воронеж, 2018. 150 с.
 14. Круглякова В.М., Долгов М.А. Девелопмент в строительстве как форма инвестиционной деятельности на рынке недвижимости // *Вестник Воронежского государственного университета. Сер.: Экономика и управление.* 2020. № 4. С. 54–64.
 15. Бовсуновская М.П., Петухова Е.С. Пути повышения инвестиционного потенциала строительных предприятий // *Вестник Алтайской академии экономики и права.* 2021. № 6–2. С. 160–166.
 16. Праслов В.А., Акулова И.И., Щукина Т.В. Проблемы и направления совершенствования подготовки кадров в условиях реализации стратегии инновационного развития строительной отрасли // *Промышленное и гражданское строительство.* 2018. № 2. С. 76–81.
 17. Чернышов Е.М. Образовательная программа повышения квалификации специалистов предприятий строительной индустрии «Проектирование, изготовление и диагностика наномодифицированных высокотехнологичных конструкционных и функциональных композитов» // *Международный журнал экспериментального образования.* 2016. № 6–1. С. 155–156.
 7. Akulova I.I., Chernyshov E.M. Regional construction complex development strategy: development technology, directions and implementation experience. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 3, pp. 17–23. (In Russian).
 8. Khabarov K.V. Analysis of the situation in the residential real estate market of the Voronezh region. *Innovatsii, tekhnologii i biznes.* 2020. No. 2 (8), pp. 59–65. (In Russian).
 9. Sviridova E.O. Marketing research of the regional residential real estate market (on the example of the Voronezh region). *Ekonomika i upravlenie: analiz tendentsii i perspektiv razvitiya.* 2015. No. 20, pp. 49–55. (In Russian).
 10. Berdnikova V.N., Gabrielyan K.M. Housing mortgage lending in Russia: accumulated experience and modern challenges. *Beneficium.* 2022. No. 3 (44), pp. 41–48. (In Russian).
 11. Shchukina T.V., Sorokina T.V., Karacheva N.V. Consequences of mortgage rate regulation in the Russian Federation. *Baikal Research Journal.* 2022. Vol. 13. No. 1. (In Russian).
 12. Yas'kova N.Yu., Zaitseva L.I., Viktorov M.Yu. Problems of implementation of import substitution in construction. *Vestnik evraziiskoi nauki.* 2022. Vol. 14. No. 4, p. 29. (In Russian).
 13. Kruglyakova V.M., Meshcheryakova M.A., Chesnokova E.A. Ekonomicheskie problemy i instrumentarii upravleniya nedvizhimost'yu [Economic problems and real estate management tools]. Voronezh. 2018. 150 p.
 14. Kruglyakova V.M., Dolgov M.A. Development in construction as a form of investment activity in the real estate market. *Vestnik of the Voronezh State University. Series: Economics and Management.* 2020. No. 4, pp. 54–64. (In Russian).
 15. Bovsunovskaya M.P., Petukhova E.S. Ways to increase the investment potential of construction enterprises. *Vestnik of the Altai Academy of Economics and Law.* 2021. No. 6–2, pp. 160–166. (In Russian).
 16. Praslov V.A., Akulova I.I., Shchukina T.V. Problems and directions of personnel training improvement in the context of the implementation of the strategy of innovative development of the construction industry. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo.* 2018. No. 2, pp. 76–81. (In Russian).
 17. Chernyshov E.M. Educational program of advanced training of specialists of the construction industry enterprises «Design, manufacture and diagnostics of nanomodified high-tech structural and functional composites». *Mezhdunarodnyi zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya.* 2016. No. 6–1, pp. 155–156. (In Russian).

УДК 728.1:69.07:666.914

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-11-20>

К.Ю. ЛОСЕВ¹, канд. техн. наук (closev@vpost.ru); Ю.Г. ЛОСЕВ², канд. техн. наук (ylosev@bk.ru)

¹ Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(129337, г. Москва, Ярославское ш., 26)

² Старооскольский технологический институт (филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «Московский институт стали и сплавов» (НИТУ МИСиС)
(309516, Белгородская обл., г. Старый Оскол, мкр им. Макаренко, 42)

Формирование технологического уклада малоэтажного жилищного строительства с применением монолитных композиционных гипсобетонов

Предметной областью статьи является инновационный технологический уклад индустриального малоэтажного жилищного строительства, создание которого диктуется требованиями экологичности, экономичности, энергоэффективности и комфортности жилой среды, с одной стороны, и современными строительными системами и технологиями информационного моделирования объектов жилья на стадиях их жизненного цикла – с другой. Объектом исследования данной статьи является формализованная модель автоматизированных технологий для стадий жизненного цикла объектов строительства на примере строительной системы «Экодом» с применением композиционных гипсобетонов. Целью является объектно-ориентированное представление деятельности лиц, принимающих решения в данной технологии. При этом материалы и конструкции строительных систем малоэтажного строительства должны создавать капитальную внутреннюю жилую среду, максимально приближенную к естественным физико-техническим параметрам «здорового» дома при условии благоприятной экологии, а также быть в состоянии преобразовывать внешние относительно неблагоприятные параметры среды в комфортную внутреннюю среду проживания с учетом климатических особенностей места застройки. Исследование проводилось методом моделирования формализации автоматизированных технологий для стадий жизненного цикла объектов строительства, в которых объектная ориентация предметной области устанавливается по нормативам, методам, алгоритмам, сетевым моделям, содержанию баз данных и знаний, требованиям к алгоритмам управления и порождения объектов строительной системы «Экодом». Результатом исследования является обоснование возможности создания инновационного технологического уклада индустриального малоэтажного жилищного строительства, отвечающего современным требованиям экологичности, экономичности, энергоэффективности, комфортности жилой среды, требованиям к строительным системам, технологиям информационного моделирования объектов капитального строительства в их жизненном цикле. Сделан вывод, что для построения инновационного технологического уклада индустриального малоэтажного жилищного строительства требуется партнерство государства и частных компаний, поскольку, помимо усилий по созданию компьютерных автоматизированных технологий управления жизненным циклом, потребуются значительные капиталовложения в индустриальное производство комплектных систем, необходимых материалов, отечественного оборудования (включая робототехнику), т. е. создание производственной базы строительных систем, а также создание нормативной базы под технические условия монолитного гипсобетонного строительства. Инновационный технологический уклад индустриального малоэтажного жилищного строительства на основе строительных систем с применением монолитных композиционных гипсобетонов создаст конкурентоспособные производства высококачественного жилья в интересах народонаселения и строительной отрасли России.

Ключевые слова: малоэтажное жилищное строительство, строительная система, жизненный цикл, технологический уклад, жизненный цикл, композиционные гипсобетоны, формализованная модель, автоматизированные технологии, операционная система, предельное состояние конструктивного объекта.

Для цитирования: Лосев К.Ю., Лосев Ю.Г. Формирование технологического уклада малоэтажного жилищного строительства с применением монолитных композиционных гипсобетонов // *Жилищное строительство*. 2023. № 8. С. 11–20. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-11-20>

K.Yu. LOSEV¹, Candidate of Science (Engineering); Yu.G. LOSEV², Candidate of Science (Engineering)

¹ National Research Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavskoye Highway, Moscow, 129337, Russian Federation)

² Stary Oskol Technological Institute (Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

“National Research Technological University “Moscow Institute of Steel and Alloys” (NITU MISIS)

(42, Micro-district named after Makarenko, Stary Oskol, Belgorod Region, 309516, Russian Federation)

Formation of a Low-Rise Housing Construction Technological Order with the use of Monolithic Composite Gypsum Concrete

The domain area of the article is the innovative technological order of industrial low-rise housing construction, which creation is dictated by the requirements of environmental friendliness, economy, energy efficiency and comfort of the living environment on the one hand and modern construction systems and technologies for information modeling of housing objects at the stages of their life cycle, on the other hand. The object of research of this article is a formalized model of automated technologies for the housing facilities life cycle stages on the example of the “Ecodom” construction system with the use of composite gypsum concrete. The goal is an object-oriented representation of the activities of decision makers in a given technology. At the same time, materials and structures of low-rise construction systems should create a capital internal living environment as close as possible to the natural physical and technical parameters of a “healthy” house, provided that the environment is favorable, and also be able to transform external relatively unfavorable environmental parameters into a comfortable internal living environment, taking into account the climatic features of the site. The research was carried out by the method of the automated technologies formalization modeling for the housing facilities the life cycle stages, in which the object orientation of the domain area is established in accordance with the standards, methods, algorithms, network models, the content of data- and knowledge bases, requirements to control algorithms and generation of the construction system “Ecodom” housing facilities. The result of the study is the substantiation of the possibility of creating an industrial low-rise housing construction innovative technological order that meets modern requirements of environmental friendliness, economy, energy efficiency, comfort of the living environment, requirements for construction systems, building information modeling technologies of capital housing facilities within its life cycle. It is concluded that to build an innovative technological order of industrial low-rise housing construction requires a partnership between the state and private companies, since in addition to efforts to create computer-based automated life cycle product management technologies, significant capital investments will be required in the industrial production of complete solution systems, necessary materials, domestic equipment (including robotics), that means the creation of a production base of construction systems, as well as the creation of a regulatory framework for the monolithic gypsum concrete construction technical regulations. The innovative technological order of industrial low-rise housing construction based on building systems using monolithic composite gypsum concrete will create competitive production of high-quality housing in the interests of the population and the construction industry of Russia.

Keywords: low-rise housing construction, construction system, life cycle, composite gypsum concrete, industrial technological order, formalized model, automated technologies, operating system, limit states of structural objects.

For citation: Losev Yu.G., Losev K.Yu. Formation of a low-rise housing construction technological order with the use of monolithic composite gypsum concrete. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2023. No. 8, pp. 11–20. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-11-20>

Запрос на формирование инновационного технологического уклада малоэтажного жилищного строительства (МЖС) связан с повышенными требованиями общества к комфортности, безопасности, продолжительности жизни, качеству показателей рождаемости, а также с современными строительными системами и информационными технологиями моделирования, строительства и эксплуатации объектов МЖС на всех стадиях их жизненного цикла (ЖЦ). К объектам МЖС относятся индивидуальные и блокированные жилые дома до 2–3-х этажей (с мансардами), гаражи, веранды, бани, хозяйственные постройки. По статистике корпорации «Дом РФ», около 70% семей хотят жить в малоэтажной жилой среде [1–8].

Из множества используемых систем МЖС следует выбирать такую объектно-ориентированную строительную систему, которая наиболее полно соответствует требованиям идеологии здорового дома: экологичности, энергоэффективности, экономичности объектов строительства и комфортности жилой среды на всех стадиях ЖЦ [4]. Строительные системы МЖС должны удовлетворять также требованиям архитектурной выразительности и капитальности строительных объектов в жилой среде.

По мнению авторов, для массового малоэтажного промышленного строительства «здорового» каменного жилого дома наиболее полно подходят

системы на основе применения монолитных композиционных гипсобетонов в несущих и ограждающих конструкциях остова жилых домов (III группа капитальности: более 50 лет). Многочисленные примеры реализации проектов таких домов показывают их высокую эффективность в строительстве и эксплуатации, в том числе полное соответствие требованиям идеологии здорового дома в жилой среде ЖЦ строительных объектов. Данная проблема на уровне МЖС достаточно хорошо изучена и представлена в публикациях, освещена на научно-практических конференциях, проводимых Российской гипсовой ассоциацией [6–12].

Авторами разработана и запатентована собственная инновационная промышленная строительная система МЖС «Экодом» с применением монолитных композиционных гипсобетонов в несъемной опалубке для несущих и ограждающих конструкций остовов домов [6, 9, 12]. Некоторые особенности конструктивного остова стен и перекрытий строительной системы МЖС «Экодом» представлены на рис. 1 и 2 (средняя плотность состава стен 5 кПа; перекрытий – до 10 кПа); несъемная опалубка: гипсоволокнистые листы влагостойкие, гипсостружечные плиты влагостойкие).

Следует отметить важное свойство конструкций строительной системы МЖС «Экодом» для информационного моделирования и гибкого промышленного

ного строительства – возможность создавать как типовые, так и индивидуальные архитектурные, объемно-планировочные решения и конструктивные формы объектов МЖС (прямоугольные, овальные, сферические и т. п.), что способствует творчеству специалистов в создании архитектурно-выразительной и комфортной жилой среды. Подробнее примеры, особенности, результаты построенных объектов приведены в [6, 8, 9, 11–13].

Предложения по развитию строительной системы МЖС «Экодом» неоднократно формулировались на разных уровнях как инновационный бизнес-проект «Кластер индустриального малоэтажного жилищного строительства» (Агентство Стратегических Инициатив, проект № 13645, 2016 г.), предусматривающий создание к 2020 г. мощностей автоматизированного производства высококачественного жилья объемом до 150 тыс. м²/год, с возможностью его тиражирования в регионах. Однако инновация не получала ожидаемой поддержки, встречая отказ по формальным причинам, в частности отсутствие финансирования под заявленный в проекте 1% возвратных средств.

Считаем также, что наиболее полно строительная система МЖС «Экодом» может быть реализована при использовании технологий информационного моделирования на основе среды общих данных. Это могут обеспечить объектно-ориентированные автоматизированные технологии управления ЖЦ объектов МЖС.

Концептуальные, теоретические, методологические, формализованные основы построения объектно-ориентированных автоматизированных технологий управления ЖЦ объектов строительства, в том числе в Приложении к строительной системе МЖС «Экодом», изложены в публикациях (<https://esj.today/PDF/13SAVN121.pdf>) [12–22].

Описание модели технологии

Формализация технологической модели управления ЖЦ объектов МЖС основана на декомпозиции предметной области ЖЦ объектов строительства с помощью понятий: *эшелонирование, расслоение, стратифицирование*.

Эшелонирование – разбиение ЖЦ объектов строительства на пять автоматизированных технологий производства объектов строительства (эшелонов) при центральной роли соответствующих

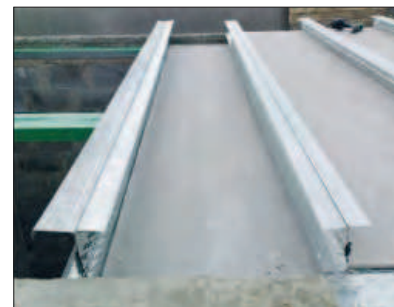


Рис. 1. Фрагменты конструкций стен и плоского перекрытия
Fig. 1. Fragments of wall structures and flat ceiling

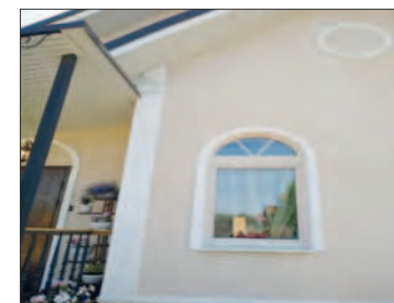


Рис. 2. Фрагменты конструкций арочного перекрытия и гипсовой отделки фасада
Fig. 2. Fragments of structures of the arched ceiling and gypsum finishing of the facade

специалистов – лиц, принимающих решения (ЛПР). Полная формализованная модель эшелонирования ЖЦ объектов строительства представлена в [17].

Расслоение – разбиение каждого эшелона на множество слоев принятия решений ЛПР при формировании и порождении процессов создания объектов строительства [17].

Стратифицирование направлено на декомпозицию целостного объекта строительства на функции, которые диктуют функциональные средства порождения конструктивных объектов (КО) в составе видов обеспечения: *методического обеспечения; технического обеспечения; системного программного обеспечения; прикладного программного обеспечения; информационного обеспечения; лингвистического обеспечения; организационного обеспечения* [17]. Стратифицирование связано с функциональными средствами многосторонней деятельности ЛПР в соответствующих предметных областях ЖЦ объектов строительства: территориальное планирование, архитектура, строительные конструкции, инженерное оборудование и сети, стоимость, технологии и организация, монтаж, снос.

Методология создания, управления и использования автоматизированных технологий стадий ЖЦ объектов строительства опирается на конструктивное направление по А.А. Маркову и нацелено на формирование конструктивных, алгоритмических процессов (К-процессов) порождения объектов строительства [17–19].



Рис. 3. Управление автоматизированными технологиями в жизненном цикле для строительного объекта на основе строительной системы «Экодом»

Fig. 3. Management of automated technologies in the life cycle for a construction site based on the "Ecodom" construction system

Все объекты строительства могут быть представлены в виде наборов КО: жилых зданий, веранд, бань, хозяйственных построек. В свою очередь, КО состоит из множества конечных элементов (КЭ), например в составе жилых, общих, вспомогательных помещений, конструкций фундаментов, стен, перекрытий, крыши, перегородок, окон, дверей, полов, потолков и других частей КО, элементов инженерных сетей, стоимостной оценки, элементов технологий этапов ЖЦ объектов строительства.

Геометрическая привязка множества КЭ в объемно-планировочном решении объектов строительства основана на модульной системе координат ГОСТ Р 21.101–2020. Пространственные координаты КЭ устанавливаются на основе существующих технологий информационного моделирования.

Для нормативного обоснования множества КЭ требуется выполнять расчеты их предельных состояний, различных функциональных требований, основанных на алгоритмах решения задач строительной физики, строительной механики, прочности, устойчивости, деформативности, трещиностойкости, нормативных ограничений, алгоритмах инженерного оборудования и т. п.

Алгоритмы расчетов формируются на основе сетевых информационно-функциональных графов с вершинами из расчетных технологических процедур

и операций и связями из информационных моделей КО, которые существуют в виде исходных, промежуточных и результативных информационных моделей. Получение результативных информационных моделей КО является итогом выполнения данных алгоритмов с помощью ЛПР [17].

В рассматриваемой технологии предлагается иерархическая структура данных информационных моделей КО, что связано с нерегулярностью их расположения и привязки в системе координат объемно-планировочного решения объектов строительства в течение ЖЦ. В целях представления, упорядочения и преобразования множеств КЭ в составе информационных моделей КО требуется использовать аппарат теоретико-множественных отношений (<http://philosophy.niv.ru/doc/encyclopedia/philosophy/articles/528/konstruktivnoe-napravlenie.htm>) [17–20, 24].

Для порождения объектов строительства через К-процессы необходимы средства их создания, управления и использования, а также структуры данных, что составляет объектно-ориентированную среду общих данных и знаний. С позиций информатики и управления жизненным циклом строительных объектов данная среда является не чем иным, как объектно-ориентированной операционной системой, которая поддерживается деятельностью ЛПР на уровне разработки среды общих данных и



Рис. 4. Деятельность лиц, принимающих решения, на первом уровне разработки объектно-ориентированной операционной системы
Fig. 4. Activities of decision makers at the first level of development of an object-oriented operating system

знаний, уровне разработки К-процессов и уровне исполнителей К-процессов при производстве объектов строительства в рамках данной системы. Иллюстрация основ построения объектно-ориентированных автоматизированных технологий к стадиям ЖЦ на примере строительной системы «Экодом» представлена на рис. 3.

Деятельность ЛПР на первом уровне разработки объектно-ориентированной операционной системы сводится к созданию объектно-ориентированной среды общих данных и знаний. Эту работу выполняет ЛПР₁₁ – разработчик системных средств управления К-процессами и порождения информационных моделей КО в соответствии, например, с формализованной моделью предметной области стадий ЖЦ строительной системы «Экодом» [17]. Отечественные системы информационного моделирования позволяют реализовать данный технологический подход для строительной системы «Экодом». Деятельность ЛПР₁₁ в создании и поддержке средств данной системы показана на рис. 4.

Считаем возможным для разработки алгоритмов управляющей основы объектно-ориентированной операционной системы ЖЦ для строительной системы «Экодом» использовать существующее отечественное программное обеспечение по формированию и управлению средой общих данных с перспективой создания на их основе системы управления ЖЦ малоэтажных зданий и сооружений.

Объектной ориентацией операционной системы служат библиотеки сетевых графов, технологиче-

ских процедур и операций, информационных моделей, баз данных и баз знаний, типовых решений для стадий ЖЦ, в которых фиксируются идентификация и адреса расположения всех необходимых данных для К-процессов МЖС.

Деятельность ЛПР на втором уровне разработки – уровне разработки К-процессов сводится к использованию возможностей объектно-ориентированной операционной системы. Эту работу выполняет ЛПР₁₂ – разработчик расслоения предметной области и создания сетевых моделей КО в составе прикладных технологических процедур и операций для расчетов КЭ на соответствие нормативным требованиям. Такой разработчик также описывает иерархическую структуру и параметрическое содержание информационных моделей КО для исполнения в К-процессах в соответствии со стадиями ЖЦ объектов строительства [17]. Схема деятельности ЛПР₁₂ представлена на рис. 5.

Специфика задач, приведенных на рис. 5, будет определена при практической реализации стадий ЖЦ на примере строительной системы «Экодом» (в первую очередь предпроектной и проектной стадий).

Деятельность ЛПР на третьем уровне разработки сводится к исполнению К-процессов при производстве объектов строительства в рамках данной операционной системы. Эту работу осуществляет ЛПР₁₃ – пользователь К-процессов, с помощью которых создаются конкретные информационные модели КО в соответствии с формализованной



Рис. 5. Схема деятельности лиц, принимающих решения, на втором уровне разработки объектно-ориентированной операционной системы

Fig. 5. Scheme of activities of decision makers at the second level of development of an object-oriented operating system

моделью предметной области стадий ЖЦ объекта строительства. Такие пользователи К-процессов устанавливают или корректируют фактические значения параметров в исходных данных информационных моделей КО, а также анализируют результативные информационные модели КО на соответствие требований к результатам стадий ЖЦ объектов строительства. Здесь рождаются конечные результаты управления ЖЦ объекта строительства [17]. Схема деятельности ЛПР₃ представлена на рис. 6.

Схемы задач деятельности ЛПР на стадиях ЖЦ объектов строительства на рис. 3–6 на примере строительной системы «Экодом» устанавливают целеполагание, методологию разработок автоматизированных технологий стадий ЖЦ, определяют границы объектной ориентации предметной области в составе нормативов, методов, информационных моделей со связями технологических процедур и операций, устанавливают содержание баз данных и знаний, формулируют требования к алгоритмам управления, порождения и управления К-процессов в ЖЦ объектов строительства [12, 13, 17–19, 24, 25].

Развитие бизнес-проекта создания операционной системы для управления ЖЦ объектов строительства в области индустриального автоматизированного малоэтажного жилищного домостроения потребует значительных капитальных вложений в строительство заводов индустриального производства комплектных систем «Экодом», а также произ-

водства соответствующих материалов, изделий, отечественного оборудования и учета других аспектов под технические условия монолитного гипсобетонного строительства, в том числе соответствующую робототехнику для повышения уровня автоматизации строительства объектов [26, 27].

Например, при ожидаемом росте строительства жилья на уровне 140 млн м²/год примем объем строительства на основе различных строительных систем МЖС на основе гипсобетонных хотя бы в пределах 5 млн м²/год (около 3%). Для этого потребуется, по оценке авторов, производить не менее 1 млн т композиционного гипсового вяжущего. Важно производить не только карьерный, техногенный, но и синтетический гипс с устойчивыми управляемыми свойствами. Аналогично возрастают объемы в производстве и других составляющих этих комплектных систем жилищного строительства (модификаторов, наполнителей, термопрофилей, гипсоволокнистых листов влагостойких, гипсостружечных плит влагостойких, отделочных материалов и др.).

Инновационный технологический уклад индустриального жилищного строительства, в частности на основе строительной системы «Экодом», создаст конкурентоспособное производство жилья на мировом уровне, резко повысит производительность отрасли, породит высококвалифицированные и высокооплачиваемые рабочие места, внесет порядок в систему подготовки кадров, выполнения научных



Рис. 6. Схема деятельности лиц, принимающих решения на третьем уровне разработки объектно-ориентированной операционной системы

Fig. 6. Scheme of activities of decision makers at the third level of development of an object-oriented operating system

исследований, будет способствовать стандартизации и унификации принятия качественных решений на всех стадиях ЖЦ объектов строительства. И все это в интересах народонаселения и строительной отрасли РФ.

Предложения по развитию теоретических, методологических, организационных основ создания инновационного технологического уклада на основе строительной системы МЖС «Экодом» и аналогичных систем будут предложены в следующих статьях.

Результаты

Обоснована необходимость создания инновационного индустриального технологического уклада автоматизированного малоэтажного жилищного строительства, отвечающего современным требованиям экологичности, экономичности, энергоэффективности и комфортности жилищной среды, а также современным строительным системам с использованием технологий информационного моделирования на всех стадиях жизненного цикла малоэтажных строительных объектов.

Предложено в основе технологического уклада массового индустриального автоматизированного малоэтажного жилищного строительства использовать строительные системы с применением монолитных композиционных гипсобетонов. Авторы предлагают использовать строительную систему «Экодом», проверенную в строительстве и эксплуатации на экологичность, экономичность, энерго-

эффективность и комфортность малоэтажной жилой среды.

Изложены основы методологии, формализации и схемы разработки автоматизированных технологий для стадий жизненного цикла для порождения конструктивных объектов малоэтажного строительства в соответствии с требованиями нормативных предельных состояний данной предметной области, в том числе объектов территориального планирования, архитектуры, строительных конструкций, инженерного оборудования, инженерных сетей, стоимостной оценки, технологии и организации строительства, периода эксплуатации, а также демонтажа и сноса объектов малоэтажного жилищного строительства.

Предложены схемы деятельности для лиц, принимающих решения, в рамках объектно-ориентированной операционной системы при создании, управлении и использовании автоматизированных процессов в жизненном цикле малоэтажных жилищных строительных объектов.

Выводы

Инновационный технологический уклад индустриального малоэтажного жилищного строительства на основе строительных систем с применением монолитных композиционных гипсобетонов создаст конкурентоспособные производства высококачественного жилья в интересах народонаселения и строительной отрасли России.

Для построения инновационного технологического уклада индустриального малоэтажного жилищного строительства требуется партнерство государства и частных компаний, поскольку, помимо усилий на создание объектно-ориентированной операционной системы управления жизненным циклом малоэтажных объектов жилищного строительства, потребуются значительные капитальные вложения в индустриальное производство комплектных систем, необходимых материалов, отечественного оборудования (включая робототехнику), т. е. создание производственной базы строительных систем, а также

создание нормативной базы под технические условия монолитного гипсобетонного строительства.

Прикладной аспект создания компьютерных автоматизированных технологий управления жизненным циклом объектов строительства связан с концептуальными, теоретическими, методологическими основами построения подобных технологий, и в первую очередь с моделью формализации жизненного цикла объекта строительства, основанной на декомпозиции данной предметной области с помощью понятий эшелонирования, расслоения и стратифицирования.

Список литературы

1. Кривов А.С., Крупнов Ю.В. Дом в России. Национальная идея. М.: Олма-Пресс, 2004. 416 с.
2. Филатов Е.Ф. Растущие усадебные жилые дома – важное направление решения жилищной проблемы в России // *Жилищное строительство*. 2020. № 12. С. 47–52. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-47-52>.
3. Дубров А.П. Экология жилища и здоровье человека. Уфа: Слово, 1995. 96 с.
4. Лосев Ю.Г., Лосев К.Ю. Строительные системы здорового дома // *Современное строительство и архитектура*. 2018. № 4 (12). DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2018.12.1>
5. Никеров В.А. Экологичный дом. Советы физика. М.: Энергоиздат, 1992. 137 с.
6. Лосев Ю.Г., Лосев К.Ю. О неизбежности создания нового технологического уклада строительства малоэтажного жилья с применением композиционных гипсобетонов. *Сборник трудов X Международной научно-практической конференции «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий»*. РГА, (8–9 сентября 2021, г. Воронеж). М.: МИСИ–МГСУ, 2021. С. 76–81.
7. Золотухин С.И., Кукина О.Б., Волков В.В., Цыплаков А.Н. Экологические проблемы строительной отрасли и пути их решения. *Сборник трудов X Международной научно-практической конференции «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий»*. РГА, (8–9 сентября 2021, г. Воронеж). М.: МИСИ–МГСУ, 2021. С. 49–69.
8. Лосев Ю.Г., Лосев К.Ю. Малоэтажное строительство как основа инновационного развития строительной отрасли // *Вестник Евразийской науки*. 2021. № 2. DOI: <https://doi.org/10.15862/10SAVN221>
9. Гипс в малоэтажном строительстве / Под ред. проф. А.В. Ферронской. М.: АСВ, 2008. 240 с.

References

1. Krivov A.S., Krupnov Yu.V. Dom v Rossii. Natsional'naya ideya [House in Russia. National idea]. Moscow: Olma-Press. 2004. 416 p.
2. Filatov E.F. Growing manor houses – an important direction for solving the housing problem in Russia. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 12, pp. 47–52. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-47-52>
3. Dubrov A.P. Ekologiya zhilishcha i zdorov'e cheloveka [Ecology of housing and human health]. Ufa: Slovo. 1995. 96 p.
4. Losev Yu.G., Losev K.Yu. Building systems of a healthy home. *Sovremennoe stroitel'stvo i arkhitektura*. 2018. No. 4 (12). (In Russian). <https://doi.org/10.18454/mca.2018.12.1>
5. Nikerov V.A. Ekologichnyi dom [Eco-friendly house. Soviets of physics]. Moscow: Energoizdat. 1992. 137 p.
6. Losev Yu.G., Losev K.Yu. About the inevitability of creating a new technological way of building low-rise housing with the use of composite gypsum concrete. *Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference "Improving the efficiency of production and application of gypsum materials and products"*. RGA (8–9 September 2021, Voronezh). Moscow: MISI–MGSU, 2021, pp. 76–81. (In Russian).
7. Zolotukhin S.I., Kukina O.B., Volkov V.V., Tsyplakov A.N. Environmental problems of the construction industry and ways to solve them. *Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference "Improving the efficiency of production and application of gypsum materials and products"*. RGA (8–9 September 2021, Voronezh). Moscow: MISI–MGSU, 2021, pp. 49–69. (In Russian).
8. Losev Yu.G., Losev K.Yu. Low-weight construction as a basis for innovative development of the construction industry. *Vestnik evraziiskoi nauki*. 2021. No. 2. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.15862/10SAVN221>

10. Рогожина А.В. Развитие и анализ основных технологий малоэтажного строительства из материалов на основе древесины // *Жилищное строительство*. 2019. № 12. С. 35–39. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-12-35-39>
11. Долгарев А.В., Долгарев В.А. Модифицированные гипсовые вяжущие и новые возможности применения их в строительстве. Минск: Ковчег, 2016. 324 с.
12. Лосев Ю.Г., Лосев К.Ю. Оценка эксплуатационных показателей гипсобетонного жилого дома. *Материалы IX Международной научно-практической конференции «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий»*. РГА (20–21 сентября 2018, г. Минск). М.: МИСИ–МГСУ, 2018. С. 109–112.
13. Лосев Ю.Г., Лосев К.Ю. Развитие малоэтажного жилищного строительства на основе строительных систем с применением композиционных гипсобетонов // *Строительные материалы*. 2021. № 10. С. 60–64. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2021-796-10-60-64>
14. Abouhamad M., Abu-Hamd M., Life Cycle Assessment Framework for Embodied Environmental Impacts of Building Construction Systems // *Sustainability*. 2021. 13 (2). 461. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13020461>
15. Rinne R., Ilgin E.H., Karjalainen M. Comparative Study on Life-Cycle Assessment and Carbon Footprint of Hybrid, Concrete and Timber Apartment Buildings in Finland // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022. No. 19 (2):774. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph19020774>
16. Gu H., Liang S., Bergman R. Comparison of Building Construction and Life-Cycle Cost for a High-Rise Mass Timber Building with its Concrete Alternative // *Forest Products Journal*. 2020. No. 70 (4), pp. 482–492. DOI: <https://doi.org/10.13073/FPJ-D-20-00052>
17. Лосев Ю.Г., Лосев К.Ю. Основы формализации построения автоматизированных технологий управления жизненным циклом объектов строительства // *Строительство и архитектура*. 2022. № 4 (37). С. 86–90. DOI: <https://doi.org/10.29039/2308-0191-2022-10-4-81-85>
18. Лосев Ю.Г., Лосев К.Ю. К методологии автоматизации жизненного цикла зданий и сооружений // *Вестник Евразийской науки*. 2022. № 1. DOI: <https://doi.org/10.15862/09SAVN122>
9. Gips v maloetazhnom stroitel'stve [Gypsum in low-rise construction]. Ed. by Ferronskaya A.V. Moscow: ASV. 2008. 301 p.
10. Rogozhina A.V. Development and analysis of basic technologies of low-rise construction from wood-based materials. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2019. No. 12, pp. 35–39. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-12-35-39>
11. Dolgarev A.V., Dolgarev V.A. Modifitsirovannye gipsovye vyazhushchie i novye vozmozhnosti primeneniya ikh stroitel'stve [Modified gypsum binders and new possibilities of their application in construction]. Minsk: Kovcheg. 2016. 324 p.
12. Losev Yu.G., Losev K.Yu. Assessment of performance indicators of a gypsum concrete residential building. *Materials of the IX International Scientific and Practical Conference "Improving the efficiency of production and application of gypsum materials and products"*. RGA (September 20–21, 2018, Minsk). Moscow: MISI–MGSU, 2018, pp. 109–112. (In Russian).
13. Losev Yu.G., Losev K.Yu. Development of low-rise housing construction based on building systems using composite gypsum concrete. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. No. 10, pp. 60–64. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2021-796-10-60-64>
14. Abukhamad M., Abu-Hamd M. Life cycle assessment system of embodied impacts of building systems on the environment. *Sustainability*. 2021. 13 (2). 461. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13020461>
15. Rinne R., Ilgin E.H., Karjalainen M. Comparative study of life cycle assessment and carbon footprint of hybrid, concrete and wooden apartment buildings in Finland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022. No. 19 (2): 774. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph19020774>
16. Gu H., Liang S., Bergman R. Comparison of the cost of construction and life cycle of a high-rise mass wooden building with its concrete alternative. *Forest Products Journal*. 2020. No. 70 (4), pp. 482–492. DOI: <https://doi.org/10.13073/FPJ-D-20-00052>
17. Losev Yu.G., Losev K.Yu. Fundamentals of the formalization of the construction of automated technologies for managing the life cycle of construction objects. *Stroitel'stvo i architektura*. 2022. No. 4 (37), pp. 86–90. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.29039/2308-0191-2022-10-4-81-85>
18. Losev V.G., Losev K.Kh. To the methodology of automation of life activity of people and communities. *Vestnik Eurasiiskoy nauki*. 2022. No. 1. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.15862/09SAVN122>

19. Лосев Ю.Г., Лосев К.Ю. Предпосылки разработки технологий автоматизации жизненного цикла объектов строительства // *Жилищное строительство*. 2022. № 5. С. 33–43. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2022-5-33-43>
20. Шарафутдинова А.А., Брын М.Я. Опыт применения наземного лазерного сканирования и информационного моделирования для управления инженерными данными в течение жизненного цикла промышленного объекта // *Вестник СГУГИТ*. 2021. Т. 26. № 1. DOI: <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2021-26-1-57-67>
21. Losev K.Yu. The common data environment features from the building life cycle perspective // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2020. No. 913: 042012. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/913/4/042012>
22. Chen C., Zhao Z., Xiao J., Tiong R. A Conceptual Framework for Estimating Building Embodied Carbon Based on Digital Twin Technology and Life Cycle Assessment. *Sustainability*. 2021. No. 13 (24): 13875. DOI: <https://doi.org/10.3390/su132413875>
23. Алексанин А.В., Жаров Я.В. Потенциал использования цифровых информационных моделей в рамках управления строительством // *Промышленное и гражданское строительство*. 2022. № 1. С. 52–55. DOI: <https://doi.org/10.33622/0869-7019.2022.01.52-55>
24. Лосев Ю.Г., Лосев К.Ю. Особенности информационного моделирования объектно-ориентированных автоматизированных технологий в строительстве // *Строительство и архитектура*. 2023. № 1 (38). DOI: <https://doi.org/10.29039/2308-0191-2022-11-1-16-16>
25. Тимченко В.С., Волкодав В.А., Волкодав И.А. Разработка элементов классификатора строительной информации для создания и ведения информационных моделей объектов капитального строительства в части процессов проектирования, управления строительными процессами и строительной информации // *Вестник МГСУ*. 2021. Т. 16. № 7. С. 926–954. DOI: <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2021.7.926-954>
26. Mirrazavi Salehian S.S., Figueroa N., Billard A. A unified framework for coordinated multi-arm motion planning // *The International Journal of Robotics Research*. 2018. No. 37 (10):1205-1232. DOI: <https://doi.org/10.1177/0278364918765952>
27. Vasilyev R.S., Losev K.Y., Bektash D.T., Cheprasov A.G. BIM and QR-codes interaction on a construction site // *Journal of Physics Conference Series*. 2019. No. 1425 (1):012089. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1425/1/012089>
19. Losev Yu.G., Losev K.Yu. Prerequisites for construction objects automated life cycle technologies development. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2022. No. 5, pp. 33–43. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2022-5-33-43>
20. Sharafutdinova A.A., Bryn M.Ya. Experience in using ground-based laser scanning and information modeling for engineering data management during the life cycle of an industrial facility. *Vestnik SGUGIT*. 2021. Vol. 26. No. 1. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2021-26-1-57-67>
21. Losev K.Yu. Features of the general data processing environment from the point of view of the building life cycle. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2020. No. 913: 042012. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/913/4/042012>
22. Chen S., Zhao Z., Xiao J., Tiong R. Conceptual framework for the assessment of embodied carbon in buildings based on Digital Twin technology and life cycle assessment. *Sustainability*. 2021. No. 13 (24): 13875. DOI: <https://doi.org/10.3390/su132413875>
23. Aleksanin A.V., Zharov Ya.V. The potential of using digital information models in the framework of construction management. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2022. No. 1, pp. 52–55. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.33622/0869-7019.2022.01.52-55>
24. Losev Yu.G., Losev K.Yu. Features of information modeling of object-oriented automated technologies in construction. *Stroitel'stvo i architektura*. 2023. No. 1 (38). (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.29039/2308-0191-2022-11-1-16-16>
25. Timchenko V.S., Volkodav V.A., Volkodav I.A. Development of elements of the classifier of construction information for the creation and maintenance of information models of capital construction projects in terms of design processes, management of construction processes and construction information. *Vestnik MUCE*. 2021. Vol. 16. No. 7, pp. 926–954. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2021.7.926-954>
26. Mirrazavi Salehian S.S., Figueroa N., Billard A. A unified framework for coordinated multi-arm motion planning. *The International Journal of Robotics Research*. 2018. No. 37 (10):1205-1232. DOI: <https://doi.org/10.1177/0278364918765952>
27. Vasilyev R.S., Losev K.Y., Bektash D.T., Cheprasov A.G. BIM and QR-codes interaction on a construction site. *Journal of Physics Conference Series*. 2019. No. 1425 (1):012089. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1425/1/012089>

УДК 69:004.942

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-21-27>

Я.В. ЖАРОВ^{1,2}, руководитель отдела планирования и организации строительства, доцент
(y.zharov@devcity-project.ru),

С.А. СЕМЁНОВ^{1,2}, заместитель генерального директора по информатизации, аспирант
(s.semenov@dev-city.ru)

¹ Научно-проектный центр «Развитие города» (129090, г. Москва, просп. Мира, 19, стр. 3)

² Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (129337, г. Москва, Ярославское ш., 26)

Принципы формирования компетенций применения технологий информационного моделирования в строительстве

В рамках публикации освещается тема внедрения технологии информационного моделирования при реализации инвестиционных строительных проектов. Рассмотрены методические вопросы формирования структуры компетенции, приведена универсальная методика внедрения технологии информационного моделирования для участников строительного комплекса. Разработан перечень методических документов и нормативно-справочной информации, необходимый для полноценной интеграции технологии информационного моделирования в технологические процессы компании. Формирование центров компетенций нацелено на решение задач, связанных с дефицитом квалифицированных кадров в строительной отрасли. Принципы построения центров компетенций, приведенные в публикации, позволяют стандартизировать как требования к описанию стандарта применения ТИМ, так и требования к результатам процессов, реализуемых с применением ТИМ.

Ключевые слова: строительная отрасль, технология информационного моделирования, информационная модель, организационно-технологическое проектирование, единичный блок информационной модели, визуализация календарного планирования, цифровые компетенции, цифровые требования заказчика.

Для цитирования: Жаров Я.В., Семёнов С.А. Принципы формирования компетенций применения технологий информационного моделирования в строительстве // *Жилищное строительство*. 2023. № 8. С. 21–27. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-21-27>

Ya.V. ZHAROV^{1,2}, Candidate of Sciences (Engineering), Head of the Department of Planning and Organization of Construction, Associate Professor of the Department Information systems, technologies and automation in construction (y.zharov@devcity-project.ru),
S.F. SEMENOV^{1,2}, Deputy General Director for Informatization (s.semenov@dev-city.ru)

¹ National Research Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavl Highway, Moscow, 129337, Russian Federation)

² OOO NPTS «City Development» (19, structure 3, Mira Avenue, Moscow, 129090, Russian Federation)

The Concept of the Formation of Competencies for the Use of Information Modeling Technologies in Construction

The publication highlights the topic of the introduction of information modeling technology in the implementation of investment construction projects. Methodological issues of competence structure formation are considered, a universal methodology for the introduction of information modeling technology for participants of the construction complex is given. A list of methodological documents and normative reference information necessary for the full integration of information modeling technology into the company's technological processes has been developed. The formation of competence centers is aimed at solving problems related to the shortage of qualified personnel in the construction industry. The principles of building competence centers given in the publication make it possible to standardize both the requirements for the description of the standard for the use of TIM and the requirements for the results of processes implemented with the use of TIM.

Keywords: construction industry, building information modeling, information model, organizational and technological design, CAD in construction, building blocks in BIM, visualization of scheduling, digital competencies, Employer Information Requirement.

For citation: Zharov Ya.V., Semenov S.F. The concept of the formation of competencies for the use of information modeling technologies in construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2023. No. 8, pp. 21–27. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-21-27>

Направление цифровой трансформации отрасли строительства и жилищно-коммунального хозяйства закреплено в стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 г. с прогнозом до 2035 г. Стоит отметить, что лишь часть регионов находятся в авангарде цифровизации и задают тренд общего развития строительной отрасли РФ [1, 2]. В качестве примера можно проанализировать структуру центров компетенции московского строительного комплекса; фактически каждый ОИВ выделил в своей структуре центр компетенции или элемент организационной структуры, ответственный за внедрение технологии информационного моделирования и цифровизации деятельности организации в целом (рис. 1).

Важно отметить, что цифровизация функций и услуг организаций строительного комплекса – это в первую очередь инструмент повышения эффективности, сокращение длительности регламентных процедур, развитие проактивных услуг, направленных на снижение затрат инвесторов при реализации инвестиционно-строительных проектов и государственного заказчика при реализации региональных, федеральных программ и национальных проектов.

Несмотря на значительные инициативы, исходящие от органов власти, частные компании не всегда охотно идут по пути цифровизации и внедрения новых технологий [3]. Учитывая систематические государственные инициативы в данном направлении, путь цифровизации предстоит всем компаниям и организациям, планирующим укреплять свои позиции в строительном комплексе. Целью и основной задачей

центров компетенций является обозначение эффективных траекторий прохождения пути цифровизации и показ точек роста, обоснованных пилотными проектами и непосредственной практикой [4]. В масштабах всего строительного комплекса это является эффективной моделью сокращения затрат на внедрение цифровых методов управления отраслью, повышения прозрачности и прогнозируемости реализации национальных проектов.

Декларируемые отраслевые цели схожи с лозунгами, однако за ними стоят весьма конкретные задачи, формирующие траекторию последовательной цифровизации отрасли и ее представителей в частности.

Учитывая правила формирования цифровой информационной модели объектов капитального строительства (ЦИМ ОКС) (СП 333.1325800), задачей участников инвестиционно-строительной деятельности в части проработки ЦИМ ОКС является агрегация информации, необходимой для реализации проекта. На этапе подготовки строительного производства в состав информационной модели объекта капитального строительства включают массивы графических и атрибутивных данных, обеспечивающих выполнение строительно-монтажных работ, а именно рабочую документацию и технологические проектные решения ОКС, в том числе проект производства работ с применением конкретного материально-технического обеспечения. Важно на данном этапе осуществить качественную увязку информационных слоев модели. Результаты моделирования, сформированные на этапе проектирования, должны иметь динамическую, актуализируемую связь с календарно-сетевой моделью объекта графика, включая ресурсную модель. Данная интеграция позволяет выстроить процесс анализа и оптимизации организационно-технологических решений, а также реализовать визуализацию аналитических сценариев.

Несмотря на огромные преимущества ТИМ, отмеченные в России [5–7] и других странах [8, 9], представители строительной отрасли и эксперты сходятся во мнении, что ТИМ не становится средством повышения эффективности для всех проектов без исключения. При внедрении цифровых

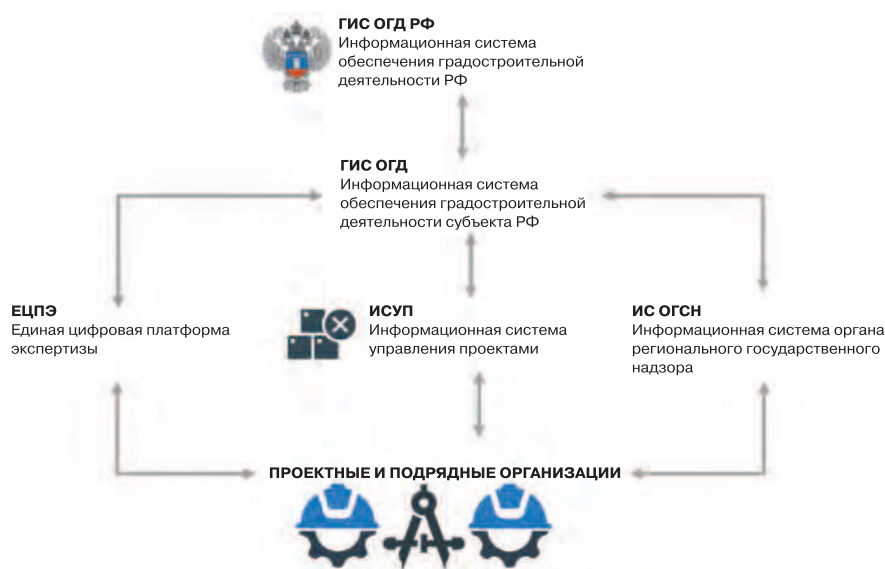


Рис. 1. Иерархическая структура информационных систем обеспечения градостроительной деятельности

Fig. 1. Hierarchical structure of information systems for urban planning activities



Рис. 2. Схема единичных элементов модели
Fig. 2. Diagram of single elements of the model

технологий и ТИМ, в частности в технологические и бизнес-процессы проектных и строительных компаний, важно руководствоваться принципами, аналогичным принципам разработки информационных систем, например: информационного единства, принцип комплексности, принцип совместимости, принцип инвариантности [10–12].

Задачи исследования заключены в реализации потребности систематизации практического опыта

и переработки его в методологические документы, направленные на адаптацию общедоступных методик внедрения ТИМ, в основной массе зарубежных, для применения участниками стройкомплекса при реализации социально важных проектов и программ. Сформулированы практики инновационного подхода инжиниринга строительного производства и опытного применения ТИМ на стадии реализации ОКС, используя существующие возможности программного обеспечения отечественной разработки и их зарубежных аналогов.

Материалы и методы

Подготовка к производству строительно-монтажных работ при реализации ОКС включает в себя разработку организационно-технологической документации и комплексное планирование [13, 14]. Учитывая текущий уровень отраслевой цифровизации, целесообразно на данном этапе применять ТИМ-инструменты. Организационная структура строительной компании понятие неустойчивое, по этой причине инженерно-технический коллектив сотрудников, осуществляющих работу с ТИМ-инструментами в рамках работы, обобщают в «Инжиниринговое подразделение», которое может быть как в структуре организации, так и привлекаться в качестве консалтинговой услуги.

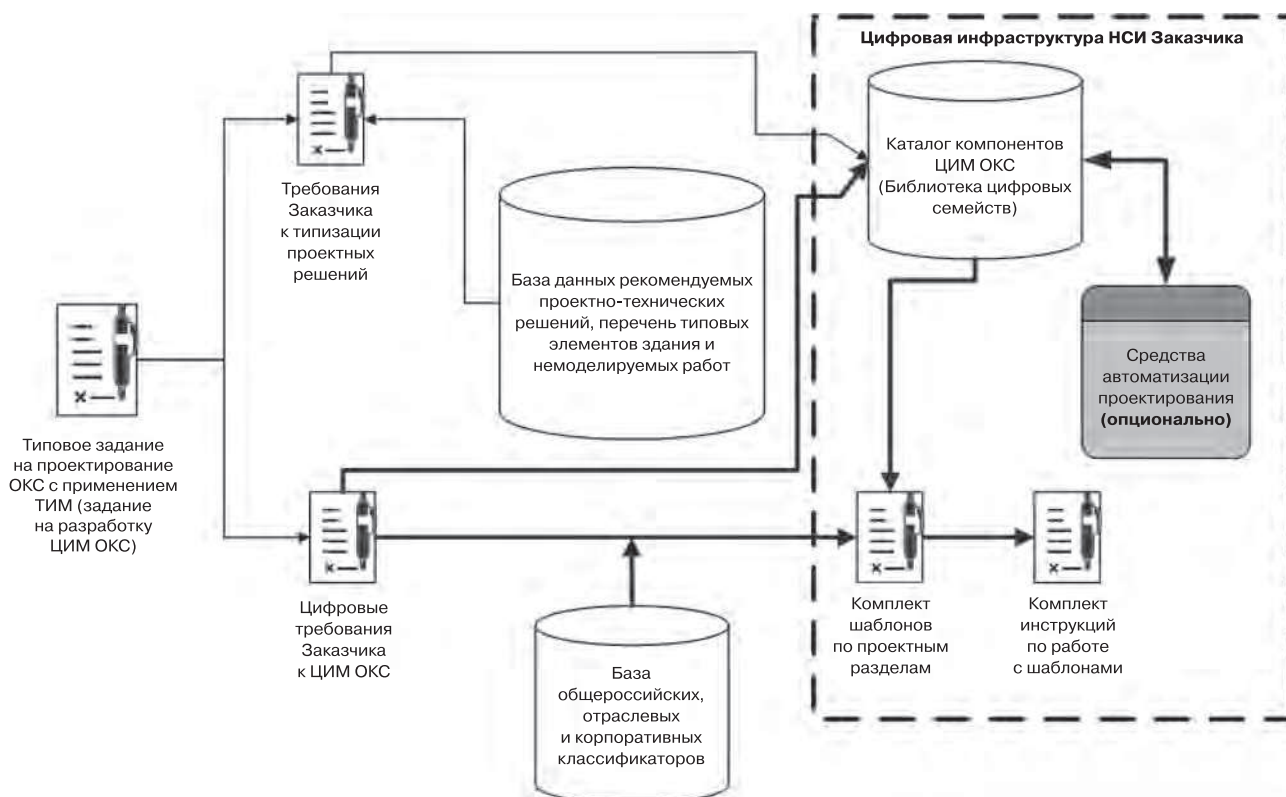


Рис. 3. Структура накопления специфической НСИ при внедрении ТИМ
Fig. 3. The structure of accumulation of specific RRI during the implementation of BIM

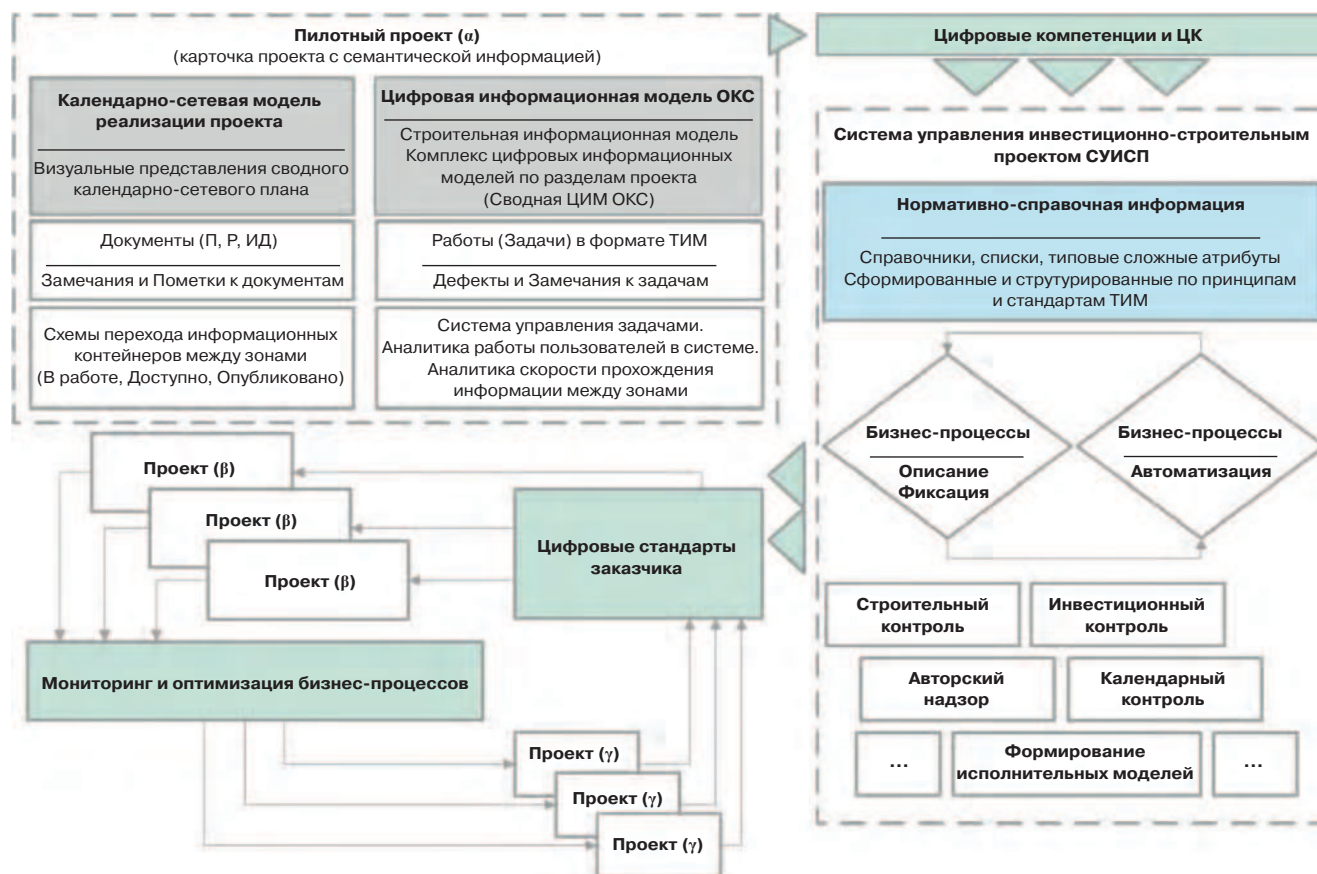


Рис. 4. Схема реализации процесса формирования ТИМ-компетенций
Fig. 4. Scheme of implementation of the process of formation of BIM competencies

Инжиниринговое подразделение на протяжении всего жизненного цикла осуществляет управление ЦИМ ОКС, ее доработку под существующие требования технического заказчика. Позиции выделения обособленного Инжинирингового подразделения подкрепляются развитостью рынка программного обеспечения и, как следствие, отсутствием универсального подхода к передаче ИМ, а также недостаточной отраслевой стандартизацией работы с «ТИМ данными» [15, 16].

Задачами инжинирингового подразделения являются доработка и/или детализация ЦИМ ОКС в части наполнения параметров компонентов, выделения организационно-пространственных модулей и фронтов работ, а также цифровизация процесса строительства с привязкой элементов модели к временному параметру – графику производства работ [17, 18]. В процессе инжинирингового сопровождения учитывается разобщенная структурой генподрядных и подрядных организаций и сложившиеся общие принципы организационно-технологического проектирования в строительстве. Интеграция организационно-технологического проектирования с применением ТИМ в стадию жизненного цикла инвестиционно-

строительного проекта – «разработка рабочей документации» является обязательной с точки зрения выстраивания процесса эффективного принятия решений на основе аналитически обобщенной информации, извлекаемой из ЦИМ ОКС. Практикуемые многими компаниями процессы организационно-технологического проектирования и планирования по методу «снизу – вверх» являются неэффективными и, как правило, подлежат многократному пересмотру за период реализации проекта. Значительные затраты ресурсов возможно оптимизировать за счет применения кластерной структуры организационно-технологической модели (ОТМ) строительства, в основе которой лежит единая отраслевая или корпоративная база единичных элементов ОТМ (рис. 2). На данном этапе также решается задача стандартизации организационно-технологического проектирования [19].

Разрабатываемые типовые единичные элементы должны соответствовать структуре ЦИМ ОКС, это требование отвечает за возможность оперативной и систематической синхронизации с ЦИМ ОКС, также позволяет обеспечить преемственность информации от ЦИМ к ее единичным

элементам. Неотъемлемой составляющей задачи стандартизации является разработка библиотеки единичных элементов ЦИМ (семейств). В целом стандартизация информационного описания элементов ОКС задача правильная и нужная, но может быть «неподъемной» задачей для обособленной организации. Затраты на единую отраслевую библиотеку компонентов ЦИМ могут быть решены отраслевым сообществом в рамках государственной программы по комплексной цифровизации строительной отрасли [20]. Однако совместная работа требует общей координации; данную функцию могут выполнять именно центры компетенций, формируемые в ОИВ и взаимодействующие с локальными центрами компетенций участников стройкомплекса.

Рассмотрим решение организационно-технологических задач на основе инструментария ТИМ.

Задача оценки эффективности проектного или технологического решения на этапе моделирования – это многократно повторяющаяся задача. Если представить модель объекта как совокупность принятых решений по выбору типа конструкций, компоновочных решений, выбору материалов и оборудования и методов производства работ, то упрощенно учет эффективности принятых единичных решений отражает показатель общей эффективности при условии соблюдения совместимости единичных решений между собой. В этом случае единожды принятые решения необходимо учитывать в качестве нормативно-справочной информации заказчика, аккумулировать в базе таких решений с возможностью повторного применения и унификации. Пример фрагмента структуры НСИ заказчика, учитывающий такую потребность, приведен на рис. 3.

В рамках текущей работы, нацеленной на Программу реновации, типовым ОКС является жилой дом с подземной автостоянкой с технико-экономическими показателями, приближенными к усредненным.

Ожидаемый результат внедрения системы учета и администрирования компонентов ЦИМ ОКС заключается в приведении форм корпоративных справочников к стандартному, легко идентифицируемому виду, способствующих устранению неактуальной и дублирующейся информации, организация

единой точки ввода, единого стандарта обработки и контроля содержимого ТИМ справочников.

Обобщенно качественная НСИ способствует формированию семантически целостного информационного пространства как у самого заказчика (застройщика), так и у компаний, работающих в качестве контрагентов [21, 22].

С точки зрения отраслевого внедрения ТИМ такой подход является условно центрическим и происходит из функций целевых организаций (МФР, ДГП и ДС).

Исходя из перечня информационных сущностей инвестиционно-строительного проекта и подхода к их структурированию, а также сценариев работы с информацией (использования информации), хранящейся в ЦИМ ОКС, разработана схема накопления и актуализации знаний по применению ТИМ (рис. 4).

Результаты и выводы

При формировании центра компетенций в составе организационной структуры, отвечающей за реализацию инвестиционно-строительного проекта и программы, требуется особое внимание уделять трансформации личных компетенций сотрудников в цифровые компетенции организации как обособленной учетной единицы. Учитывая дефицит квалифицированных кадров, обладающих навыками организации работы центра, компетенции применения ТИМ, требуется выстроить процесс, способный устойчиво функционировать при обновлении кадрового состава организации и ее ведомственных представительств. Дополнительно стоит учитывать высокую динамику развития специализированных программных средств обработки информации и значительное галопирование требований к сценариям извлечения информации из ЦИМ ОКС. В этой связи цифровые стандарты организации требуют систематического обновления и доработки.

Внедрение ТИМ в процессы организаций участников стройкомплекса способствуют развитию системы поддержки принятия решения, основанных на данных. В качестве примера таких решений можно привести цифровую информационную модель комплексной застройки одного из районов.

Список литературы

1. Киевский И.Л., Аргунов С.В., Жаров Я.В., Юргайтис А.Ю. Алгоритмизация систем планирования, управления и обработки информации в строительстве // *Промышленное и гражданское строительство*. 2022. № 11. С. 14–24.

References

1. Kievsky I.L., Argunov S.V., Zharov I.V., Yurgaitis A.Y. Algorithmization of planning, management and information processing systems in construction. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2022. No. 11, pp. 14–24. (In Russian).

2. Белокрылова О.С., Филоненко Ю.В. Цифровая трансформация государственного заказа в строительстве // *Социальные новации и социальные науки*. 2022. № 1 (6). С. 114–120.
3. Скрябин А.П. и др. Технология информационного моделирования в Республике Саха (Якутия) // *Инновации и инвестиции*. 2022. № 3. С. 150–155.
4. Верстина Н.Г., Кисель Т.Н., Кулаков К.Ю. Внедрение инновационных технологий на предприятиях инвестиционно-строительной сферы: проблемы и определяющие факторы // *E-Management*. 2022. Т. 5. № 1. С. 4–13.
5. Жаров Я.В. Оценка параметров организационно-технологических решений на основе нейросетевых моделей // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2018. № 2. С. 110–115.
6. Сборщиков С.Б., Журавлев П.А., Абдрахманов С.С. Возможные организационные схемы реинжиниринга застройки и их ресурсобеспечение // *Транспортное строительство*. 2022. № 3. С. 27–31.
7. Lazareva N., Kochenkova E. Value engineering in construction as synthesis of methodology of investment flows management and price formation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. XXVIII R-P-S Seminar*. 2019. 01210. DOI: 10.1088/1757-899X/661/1/012108
8. Семёнов С.А., Жуков Г.Н. Использование би-технологий в муниципальном управлении // *Жилищное строительство*. 2020. № 12. С. 22–28. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-22-28>
9. Abdirad H., Mathur P. Artificial intelligence for BIM content management and delivery: Case study of association rule mining for construction detailing // *Advanced Engineering Informatics*. 2021. Vol. 50. 101414. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2021.101414>
10. Dashti M. S. et al. Integrated BIM-based simulation for automated time-space conflict management in construction projects // *Automation in Construction*. 2021. Vol. 132. 103957. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103957>
11. Сборщиков С.Б., Журавлев П.А. Организационные аспекты развития территорий и застройки // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. 2021. Т. 23. № 3. С. 58–70.
12. Разаков М.А., Разакова Р.В. Применение современных программных комплексов в строительном образовании. *Инженерное образование: опыт, перспективы, проблемы: Сборник материалов всероссийской методической конференции /*
2. Belokrylova O.S., Filonenko Yu.V. Digital transformation of the state order in construction. *Sotsial'nyye novatsii i sotsial'nyye nauki*. 2022. No. 16), pp. 114–120. (In Russian).
3. Skryabin A.P. et al. Technology of information modeling in the Republic of Sakha (Yakutia). *Innovatsii i investitsii*. 2022. No. 3, pp. 150–155. (In Russian).
4. Verstina N.G., Kisel' T.N., Kulakov K.Yu. Implementation of innovative technologies at the enterprises of the investment and construction sector: problems and determinants. *E-Management*. 2022. Vol. 5. No. 1, pp. 4–13. (In Russian).
5. Zharov Ya.V. Estimation of the parameters of organizational and technological solutions based on neural network models. *Vestnik of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov*. 2018. No. 2, pp. 110–115. (In Russian).
6. Sborshchikov S.B., Zhuravlev P.A., Abdrahmanov S.S. Possible organizational schemes for building reengineering and their resource supply. *Transportnoe stroitel'stvo*. 2022. No. 3, pp. 27–31. (In Russian).
7. Lazareva N., Kochenkova E. Value engineering in construction as synthesis of methodology of investment flows management and price formation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. XXVIII R-P-S Seminar*. 2019. 01210. DOI: 10.1088/1757-899X/661/1/012108
8. Semenov S.A., Zhukov G.N. Use of BI-technologies in municipal management. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo [Housing Construction]*. 2020. No. 12, pp. 22–28. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-22-28>
9. Abdirad H., Mathur P. Artificial intelligence for BIM content management and delivery: Case study of association rule mining for construction detailing. *Advanced Engineering Informatics*. 2021. Vol. 50. 101414. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2021.101414>
10. Dashti M.S. et al. Integrated BIM-based simulation for automated time-space conflict management in construction projects. *Automation in Construction*. 2021. Vol. 132. 103957. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103957>
11. Collectors S.B. Zhuravlev P.A. Organizational aspects of the development of territories and development. *Vestnik of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering*. 2021. Vol. 23. No. 3, pp. 58–70. (In Russian).
12. Razakov M.A., Razakova R.V. Application of modern software systems in construction education. *Engineering Education: Experience, Prospects, Problems: Proceedings of the All-Russian Methodical Confer-*

- Под ред. О.А. Пустовой. Благовещенск, 2021. С. 54–60.
13. Киевский И.Л., Семенов С.А., Гришутин И.Б., Минаков С.С. Методы сетевого планирования и управления при реализации проектов планировки территории // *Промышленное и гражданское строительство*. 2019. № 8. С. 49–54.
 14. Kievskiy I.L. Assessment of major trends in the development of financial economic instruments in Moscow used in preparation for the implementation of large-scale urban dispersed construction projects // *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCET)*. 2018. Vol. 9. Iss. 12, pp. 105–115
 15. Чурбанов А.Е., Шамара Ю.А. Влияние технологии информационного моделирования на развитие инвестиционно-строительного процесса // *Вестник МГСУ*. 2018. Т. 13. Вып. 7 (118). С. 824–835.
 16. Сборщиков С.Б., Лазарева Н.Б., Маслова Л.А. Параметры реинжиниринга технологических процессов // *Промышленное и гражданское строительство*. 2020. № 4. С. 28–33.
 17. Aleksanin A. Development of construction waste management. *E3S Web Conf.* 2019. Vol. 97. XXII International Scientific Conference «Construction the Formation of Living Environment» (FORM-2019). DOI <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199706040>
 18. Лapidус А.А., Чапидзе О.Д. Факторы и источники риска в жилищном строительстве // *Строительное производство*. 2020. № 3. С. 2–9.
 19. Жаров Я.В. Организационно-технологическое проектирование в строительстве на основе интеллектуального блока планирования // *Вестник гражданских инженеров*. 2019. № 6 (77). С. 193–199.
 20. Петров К.С., Швец Ю.С., Корнилов Б.Д., Шелкоплясов А.О. Применение BIM-технологий при проектировании и реконструкции зданий и сооружений // *Инженерный вестник Дона*. 2018. № 4.
 21. Горчханов Ю.Я., Николенко Н.С., Гущина Ю.В. Организационно-технологические особенности управления строительными проектами на основе BIM-моделирования // *Инженерный вестник Дона*. 2019. № 9.
 22. Дмитриев А.Н., Барешенкова К.А., Марченкова С.В. Концепция перехода на внедрение цифровых технологий информационного моделирования в московском строительстве. *Современные проблемы управления проектами в инвестиционно-строительной сфере и природопользовании: Материалы IX Международной научно-практической конференции, посвященной 112-летию РЭУ им. Г.В. Плеханова*. М., 2019. С. 208–220.
 - ence. Edited by O.A. Pustovoy. Blagoveshchensk. 2021, pp. 54–60. (In Russian).
 13. Kiyevskiy I.L., Semenov S.A., Grishutin I.B., Minakov S.S. Methods of network planning and management in the implementation of territory planning projects. *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo*. 2019. No. 8, pp. 49–54. (In Russian).
 14. Kievskiy I.L. Assessment of major trends in the development of financial economic instruments in Moscow used in preparation for the implementation of large-scale urban dispersed construction projects. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCET)*. 2018. Vol. 9. Iss. 12, pp. 105–115.
 15. Churbanov A.E., Shamara Yu.A. Influence of information modeling technology on the development of investment and construction. *Vestnik of the MSUCE*. 2018. Vol. 13. Iss. 7 (118), pp. 824–835. (In Russian).
 16. Sborshchikov S.B., Lazareva N.B., Maslova L.A. Parameters of reengineering of technological processes. *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo*. 2020. No. 4, pp. 28–33. (In Russian).
 17. Aleksanin A. Development of construction waste management. *E3S Web Conf.* 2019. Vol. 97. XXII International Scientific Conference «Construction the Formation of Living Environment» (FORM-2019). DOI <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199706040>
 18. Lapidus A.A., Chapidze O.D. Factors and sources of risk in housing construction. *Stroitelnoe proizvodstvo*. 2020. No. 3, pp. 2–9. (In Russian).
 19. Zharov Ya.V. Organizational and technological design in construction based on an intelligent planning block. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2019. No. 6 (77), pp. 193–199. (In Russian).
 20. Petrov K.S., Shvets Yu.S., Kornilov B.D., Shelkopyasov A.O. The use of BIM-technologies in the design and reconstruction of buildings and structures. *Inzhenernyy vestnik Dona*. 2018. No. 4. (In Russian).
 21. Gorchkhanov Yu.Ya., Nikolenko N.S., Gushchina Yu.V. Organizational and technological features of construction project management based on BIM-modelling. *Inzhenernyy vestnik Dona*. 2019. No. 9. (In Russian).
 22. Dmitriev A.N., Bareshenkova K.A., Marchenkova S.V. The concept of transition to the introduction of digital information modeling technologies in Moscow construction. *Modern problems of project management in the investment and construction sector and environmental management: materials of the IX International scientific and practical conference dedicated to the 112th anniversary of the Plekhanov Russian University of Economics*. Moscow. 2019, pp. 208–220. (In Russian).



Валерий Николаевич Куприянов (29.06.1940—30.07.2023)

Валерий Николаевич Куприянов, д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент РААСН, ректор КГАСУ с 1988 по 2008 г., профессор кафедры архитектуры, скоропостижно скончался на 84-м году жизни. Буквально накануне (в субботу) он приезжал на кафедру, работал в тишине...

В.Н. Куприянов родился в селе Косолапово Республики Марий Эл. С отличием окончил строительно-технологический факультет Казанского инженерно-строительного института в 1963 г. Способного и трудолюбивого выпускника сразу пригласили работать на кафедру архитектуры КИСИ.

В 1968 г. Валерий Николаевич защитил кандидатскую диссертацию в московском НИИ новых строительных материалов, а в 1988 г. докторскую диссертацию — в Московском инженерно-строительном институте. В 1991 г. ему присвоено звание профессора.

В 1988 г. В.Н. Куприянов на альтернативной основе избран ректором КИСИ и еще трижды переизбирался ректором в самые сложные для российской науки образования годы. Ректором он работал до 2008 г.

Учебная деятельность профессора В.Н. Куприянова связана с кафедрами строительных материалов и архитектуры. С 1994 по 2007 г. он возглавлял кафедру архитектуры, где подготовил новый для вуза курс «Физика среды и ограждающих конструкций», используя материалы своих научных исследований, касающихся воздействия климата на здания. В 2007–2018 гг. руководил кафедрой проектирования зданий. С 2018 г. — профессор кафедры архитектуры.

Научные интересы профессора В.Н. Куприянова находились на стыке материаловедения и строительных конструкций: разработка и внедрение сверхлегких строительных конструкций с ограждениями из пленочно-тканевых материалов; моделирование условий эксплуатации материалов в установках ускоренного старения; разработка методов и оценка долговечности и срока службы материалов в ограждениях.

Профессор В.Н. Куприянов возглавлял работы по представлению уникального памятника архитектуры острова-града Свияжск в Список всемирного культурного наследия ЮНЕСКО. Под его руководством была создана учебно-научная лаборатория по строительной физике, которая позволила выполнять научные работы по теплофизике ограждающих конструкций зданий, микроклимату и комфорту помещений жилых зданий.

Более пятнадцати лет Валерий Николаевич возглавлял диссертационный совет по защите кандидатских и докторских диссертаций. По результатам научных исследований им опубликовано более 300 работ, в том числе 12 авторских свидетельств, 3 монографии. В составе авторского коллектива он подготовил один из самых известных учебников для вузов «Строительные материалы» (под общей редакцией В.Г. Микульского), четыре учебных пособия для вузов с грифом УМО. Под его руководством защищено шесть кандидатских и одна докторская диссертация.

В.Н. Куприянов активно работал в коллегии Министерства архитектуры, строительства и ЖКХ Республики Татарстан, президиуме Учебно-методического объединения по инженерно-строительным специальностям Министерства образования и науки РФ, в правлении Союза строителей РТ, Ассоциации строительных высших учебных заведений, координационным советом РААСН по интеграции академической и вузовской науки.

Заслуги Валерия Николаевича Куприянова высоко оценены государством и профессиональным сообществом. Он награжден Орденом Дружбы и орденом «Строительная слава», ему присвоены почетные звания «Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации», «Заслуженный деятель науки и техники Республики Татарстан», «Почетный работник высшего профессионального образования России».

Редакцию журнала «Жилищное строительство» связывали с Валерием Николаевичем Куприяновым многолетние дружеские отношения. Он был нашим постоянным автором и рецензентом.

Горько сознавать, но в этом номере мы публикуем последнюю статью нашего коллеги.

Светлая память!

УДК 692.833

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-28-36>

В.Н. КУПРИЯНОВ, д-р техн. наук

Казанский государственный архитектурно-строительный университет (420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1)

Учет солнцезащитных устройств при расчете естественного освещения помещений

При обеспечении солнцезащиты помещений используются солнцезащитные устройства различных типов. Солнцезащитные устройства экранируют часть солнечной энергии и снижают перегрев помещений. При этом солнцезащитные устройства затевают световые проемы, за счет чего снижается уровень естественного освещения помещений. Действующие нормативные документы по солнцезащите и естественному освещению практически не учитывают потери света в солнцезащитных устройствах. В связи с этим учет потери света в солнцезащитных устройствах с целью обеспечения нормируемой освещенности помещений является актуальной задачей. Цель настоящей работы: разработка методов учета солнцезащитных устройств при проекти-

ровании естественного освещения помещений. В результате исследований введено новое понятие «коэффициент открытости небосвода солнцезащитных устройств», который показывает долю света, прошедшую через солнцезащитные устройства, и разработан метод его определения. Показано, что геометрический коэффициент естественной освещенности для помещений с солнцезащитными устройствами может быть определен традиционным методом по графикам Данилюка путем укрупнения их масштаба. Результаты исследований иллюстрируются графическими и числовыми примерами.

Ключевые слова: солнцезащитные устройства, теневые углы, коэффициенты открытости небосвода, графики Данилюка, коэффициент естественной освещенности (КЕО).

Для цитирования: Куприянов В.Н. Учет солнцезащитных устройств при расчете естественного освещения помещений // *Жилищное строительство*. 2023. № 8. С. 28–36. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-28-36>

V.N. KUPRIANOV, Doctor of Sciences (Engineering)

Kazan State University of Architecture and Engineering (1, Zelenaya Street, Kazan, 420043, Russian Federation)

Accounting of Sun Protection Devices when Calculating Natural Lighting of Premises

Sun protection devices of various types are used to ensure the sun protection of premises. Sun protection devices shield part of the solar energy and reduce overheating of the premises. At the same time, sun protection devices shade the light openings, thereby reducing the level of natural lighting of the premises. The current regulatory documents on sun protection and natural lighting practically do not take into account the loss of light in sun protection devices. In this regard, taking into account the loss of light in sun protection devices in order to ensure the normalized illumination of premises is an urgent task. The purpose of this work is to develop methods of accounting for sun protection devices in the design of natural lighting of premises. As a result of the research, a new concept was introduced, “the coefficient of openness of the sky of sun protection devices”, which shows the proportion of light that has passed through sun protection devices, and a method for determining it was developed. It is shown that the geometric coefficient of natural illumination for rooms with sun protection devices can be determined by the traditional method of Danilyuk graphs by enlarging their scale. The research results are illustrated with graphical and numerical examples.

Keywords: sun protection devices, shadow angles, sky openness coefficients, Danilyuk graphs, natural illumination coefficient (КЕО).

For citation: Kupriyanov V.N. Accounting for sun protection devices when calculating natural lighting of premises. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2023. No. 8, pp. 28–36. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-28-36>

Современные архитектурные решения зданий характеризуются увеличенными площадями световых проемов, вплоть до полностью остекленных фасадов. С увеличением площади светопроемов возрастает уровень естественного освещения помещений и визуальный контакт с внешней средой. Однако с увеличением площади светопроемов возрастает приход в помещение солнечной энергии и повышается вероятность их перегрева. Для уменьшения прихода солнечной энергии используются различные типы солнцезащитных устройств (СЗУ), которые снижают приход в помещение солнечной энергии и одновременно затеняют светопроемы, за счет чего снижается естественное освещение помещений. Из этого следует, что обеспечение солнцезащиты и естественного освещения помещений взаимосвязанные процессы. Однако изучение этого вопроса показало, что солнцезащита и естественное освещение помещений до настоящего времени исследуются раздельно.

При изучении солнцезащиты исследуются: ориентация светопроемов, изменение координат Солнца в процессе облучения светопроемов, параметры СЗУ, теневые углы и размеры теней [1–5], приход солнечной радиации к наружной поверхности светопроема [6] и в помещение через светопроемы [7–9], формирование температуры воздуха в помещении при его облучении через световой проем [7, 10–12].

При изучении естественного освещения исследуются: светопропускание стекол и стеклопакетов [13–16], светопропускание оконных блоков [17–19], форма, размеры и расположение световых проемов [20, 21], влияние противостоящей застройки [22], уточняются расчетные формулы и нормативы освещения [23, 24].

Проведенный обзор не выявил совместных исследований по солнцезащите и естественному освещению помещений, т. е. влияние СЗУ на изменение естественного освещения помещений остается неизученным. В нормативных документах по рассматриваемой проблеме также не обнаружены практические рекомендации и методы по учету влияния СЗУ на естественное освещение помещений.

В основном нормативном документе по проектированию солнцезащитных устройств СП 370.1325800–2017 указывается, что при проектировании солнцезащиты должно быть обеспечено нормированное естественное освещение помещений. Однако обеспечение этого условия в СП 370 не прописано.

В нормативном документе по проектированию естественного освещения СП 367.1325800–2017 потери света от солнцезащитных устройств учитываются коэффициентом τ_4 , который является множителем в формуле общего коэффициента светопропускания оконной конструкции – τ_0 :

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (1)$$

**Выборка из таблицы А.10 СП 367
CG (SP) 370.1325800-2017**

Солнцезащитные устройства, изделия и материалы	Коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, τ_4
Убирающиеся регулируемые жалюзи и шторы (межстекольные, внутренние, наружные)	1
Стационарные жалюзи и экраны с защитным углом не более 45° при расположении пластин жалюзи или экранов под углом 90° к плоскости окна: – горизонтальные – вертикальные	0,65 0,75

где τ_1 – коэффициент светопропускания стеклопакета; τ_2 – коэффициент, учитывающий потери света в переплетах и импостах; τ_3 – коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях (при боковом освещении $\tau_3=1$); τ_4 – коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах; τ_5 – коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, установленной под фонарями.

Анализ СП 367 по выбору коэффициентов, входящих в формулу (1), показал, что для выбора коэффициента стеклопакета τ_1 в таблице А.8 приведено около 20 вариантов с τ_1 от 0,36 до 0,83. Для выбора коэффициента τ_2 в таблице А.9 приведено 17 вариантов видов переплетов с τ_2 от 0,5 до 0,9, а для выбора τ_4 в таблице А.10 приведены только три варианта, достоверность которых неоднозначна. В таблице ниже приведена выборка из таблицы А.10, касающаяся коэффициента с τ_4 .

Данные таблицы А.10 несут в себе неопределенность. Если согласиться с первой строчкой таблицы А.10, то остается непонятно, как обеспечивается норма естественного освещения помещений в летние месяцы, когда СЗУ должны выполнять функции солнцезащиты.

Первая часть предложения второй строчки таблицы А.10 «не более 45°» противоречит второй части этого предложения «под углом 90°». Можно предположить, что значения τ_4 для СЗУ с защитным углом не более 45° просто упущены в таблице А.10. Однако эта таблица переносится без изменений во всех переизданиях норм в течение 20 лет: СП 367 издания 2017 г. и Изменения № 2 к СП 367 2022 г., СП 23-102 издания 2003 г.

Более того, вызывает сомнение значения τ_4 для горизонтальных (0,65) и вертикальных (0,75) ламелей, расположенных под углом 90° к плоскости остекления, потому что в таблице А.10 не указаны размеры и шаг ламелей, от которых, безусловно, будет зависеть величина τ_4 .

Проведенный обзор и анализ литературы выявил отсутствие в научных исследованиях и нормативных документах разработок по учету СЗУ при расчетах

естественного освещения помещений, которые являются актуальной задачей для современных архитектурных решений.

В связи с изложенным целью исследований является разработка методов учета СЗУ при проектировании естественного освещения помещений. В настоящей статье рассмотрены методы, разработанные применительно к СЗУ с вертикальными и горизонтальными ламелями, как наиболее распространенным типам солнцезащитных устройств.

Методы учета СЗУ при расчетах естественного освещения помещений

Естественное освещение помещений определяется расчетом коэффициента естественной освещенности (КЕО) – e_p в расчетной точке помещения и сравнении его с нормируемым значением e_H , которое зависит от назначения помещений.

Расчетное значение КЕО при боковом освещении в соответствии с СП 367 (с Изменениями № 2 от 2022 г.) определяется по формуле:

$$e_p^{\delta} = C_N \cdot \left(\sum_{i=1}^L \varepsilon_{\delta i} \cdot q(\gamma)_i + \sum_{j=1}^M \varepsilon_{\delta j} \cdot b_{\phi j} \cdot k_{\delta j} \right) \cdot r_0 \cdot \tau_0 \cdot K \cdot MF. \quad (2)$$

В этой формуле влияние СЗУ проявляется через геометрический КЕО – ε по количеству лучей (n_1 и n_2), приходящих в помещение через световой проем. Количество лучей n_1 и n_2 определяется по графикам Данилюка для разрезов и планов помещения. При отсутствии СЗУ лучи n_1 и n_2 характеризуют полное сечение светопроема. При наличии СЗУ параметры n_1 и n_2 определяются суммой лучей, проходящих через зазоры между ламелями по ширине светопроема (для вертикальных ламелей) или по высоте светопроема (для горизонтальных ламелей).

Влияние СЗУ в формуле (2) проявляется также величиной коэффициента τ_0 , точнее, через множитель τ_4 в формуле (1), который характеризует потери света в СЗУ.

В настоящее время метод определения коэффициента τ_4 не разработан. Исследование этой проблемы позволило установить, что коэффициент τ_4 зависит от расположения ламелей (вертикальные или горизонтальные) и их конструктивных параметров (размеров ламелей, их шага и угла наклона ламелей к плоскости фасада). Влияние перечисленных факторов на величину коэффициента τ_4 требует разработки методологических основ оценки и практического метода расчета.

Метод расчета геометрических КЕО в помещениях с СЗУ по графикам Данилюка

Метод основан на предположении, что зазоры между ламелями представляют собой отдельные окна, а количество лучей, приходящих в помещение по высоте (n_1) или ширине (n_2) светопроема, опреде-

ляется суммой лучей, проходящих через каждый зазор между ламелями.

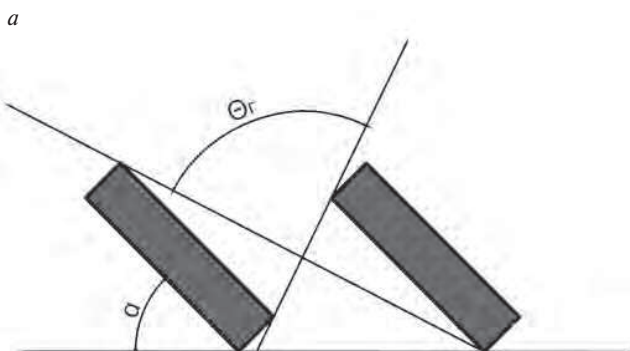
При вертикальных ламелях количество лучей n_1 определяется по графику Данилюка I по границам высоты светопроема, потому что вертикальные ламели не затевают светопроем по высоте. Определить сумму n_2 , проходящих через зазоры между ламелями по ширине светопроема, весьма затруднительно при традиционных масштабах планов помещений 1:100 или 1:200. Можно с уверенностью определить только номера лучей, проходящих по границам ширины светопроема.

Для определения суммы лучей n_2 , проходящих через зазоры между ламелями, предлагается увеличить масштаб графика Данилюка II до такого линейного расстояния между граничными лучами, на котором можно значимо определить количество лучей n_2 , проходящих через зазоры между ламелями по каждой единичной ячейке СЗУ по ширине светопроема. При этом масштаб ширины светопроема и размеры единичной ячейки СЗУ должны быть привязаны к линейному расстоянию между граничными лучами на укрупненном графике Данилюка II.

Для горизонтальных ламелей не возникает трудностей при определении количества лучей n_2 , потому что горизонтальные ламели не затевают ширину светопроема. При определении суммы лучей n_1 , проходящих через зазоры между ламелями по высоте светопроема, возникают трудности, аналогичные тем, которые описаны при определении суммы лучей n_2 для вертикальных ламелей. Задача решается аналогично путем укрупнения графика Данилюка I.

Метод расчета коэффициента τ_4 по конструктивным параметрам СЗУ

Метод основан на построении вертикальных и горизонтальных углов затенения (θ) единичной ячейки СЗУ по аналогии с построением картограммы светопроема. Вертикальные и горизонтальные углы затенения, отнесенные к небесной полусфере (180°), представляют собой коэффициенты открытости не-



босвода единичной ячейки СЗУ по вертикали или горизонтали:

$$k = \theta/180. \quad (3)$$

Произведение коэффициентов открытости небосвода по вертикальному углу затенения $k_{вз}$ и по горизонтальному углу затенения $k_{гз}$ представляет собой коэффициент открытости небосвода СЗУ – $k_{он}$:

$$k_{он} = k_{вз} \cdot k_{гз}. \quad (4)$$

Коэффициент $k_{он}$ выделяет ту часть небосвода, свет от которой приходит в помещение через зазоры между ламелями. Коэффициент $k_{он}$ должен соответствовать коэффициенту τ_4 , однако коэффициент τ_4 в СП 367 наделен противоположным смыслом, он «характеризует потери света в СЗУ», а не долю света, проходящую через СЗУ, что показывает коэффициент $k_{он}$. Из этого следует, что:

$$\tau_4 = 1 - k_{он}. \quad (5)$$

Следует отметить, что названия всех коэффициентов в формуле (1), кроме коэффициента τ_1 , также «характеризуют потери света», а в справочных таблицах СП 367 значения этих коэффициентов характеризуют долю света, проходящую в помещение. Очевидно, что название этих коэффициентов в СП 367 требуют корректировки.

СЗУ с вертикальными ламелями

Горизонтальный угол затенения θ_r определяется по схеме единичной ячейки СЗУ, выполненной в масштабе (рис. 1), что позволяет определить коэффициент горизонтального затенения СЗУ – $k_{гз}$:

$$k_{гз} = \theta_r/180. \quad (6)$$

Вертикальный угол затенения θ_b ограничен плоскостью фасада, для вертикальных стен $\theta_b=90^\circ$, поэтому:

$$k_{вз} = 90/180 = 0,5. \quad (7)$$

Коэффициент открытости небосвода для СЗУ с вертикальными ламелями определится по формуле:

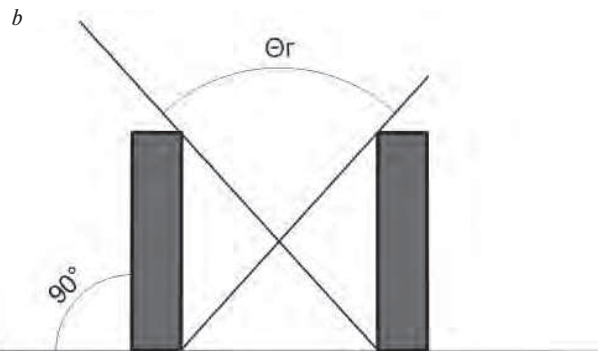


Рис. 1. Схемы единичных ячеек СЗУ с вертикальными ламелями. Ламели расположены под углом α (a) и 90° к плоскости остекления (b)
Fig. 1. Diagrams of single cells of the SPD with vertical slats. The slats are located at an angle α (a) and 90° to the glazing plane (b)

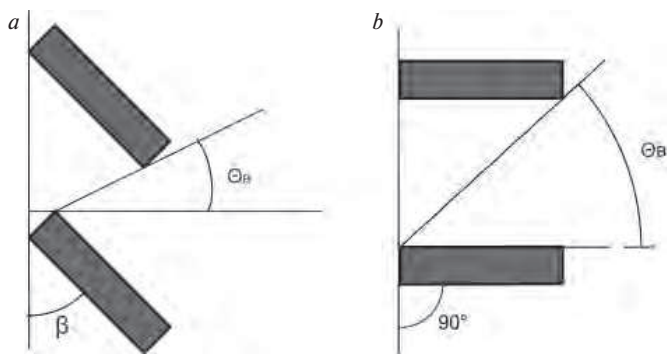


Рис. 2. Схемы единичных ячеек СЗУ с горизонтальными ламелями. Ламели расположены под углом β (а) и 90° к плоскости остекления (б)

Fig. 2. Diagrams of single cells of the SPD with horizontal slats. The slats are located at an angle β (a) and 90° to the glazing plane (b)

$$k_{\text{он}} = k_{\text{вз}} \cdot k_{\text{гз}} = 0,5 \cdot \theta_{\text{г}}/180. \quad (8)$$

СЗУ с горизонтальными ламелями

Вертикальный угол затенения $\theta_{\text{в}}$ определяется по схеме единичной ячейки СЗУ, выполненной в масштабе (рис. 2), что позволяет определить коэффициент вертикального затенения СЗУ – $k_{\text{вз}}$:

$$k_{\text{вз}} = \theta_{\text{в}}/180. \quad (9)$$

Горизонтальный угол затенения $\theta_{\text{г}}$ ограничен плоскостью фасада, для вертикальных стен $\theta_{\text{г}}=180^\circ$, а коэффициент горизонтального затенения определится по формуле:

$$k_{\text{гз}} = 180/180 = 1.$$

Коэффициент открытости небосвода для СЗУ с горизонтальными ламелями определится по формуле:

$$k_{\text{он}} = k_{\text{гз}} \cdot k_{\text{вз}} = 1 \cdot \theta_{\text{в}}/180 = \theta_{\text{в}}/180, \quad (10)$$

т. е. поступление света через СЗУ с горизонтальными ламелями определяется только вертикальным углом затенения.

Результаты расчетов

Исследуется условное жилое помещение в плане 4×6 м, высотой 3 м с панорамным окном $1,8 \times 2,7$ м, в отсутствие лоджий и противостоящих зданий. Рассмотрены два типа стеклопакетов компании AGC: № 1 – SenergyGreen 6-15-6 с $\tau_1=0,50$ и № 2 – NeutralGreen 6-15-6 с $\tau_1=0,67$. Используются СЗУ с вертикальными ламелями, схема которых приведена на рис. 3, а, б. Расчетная точка расположена на полу в центре помещения. Норма КЕО для жилого помещения $e_{\text{н}}=0,5$.

По параметрам помещения при $\rho=0,5$ по таблице А.5 СП 367 определен коэффициент $r_0=2$; для данных расчетов принято, что $C_{\text{Л}}=1$ и $MF=0,83$.

Для ограничений, приведенных в описании исследуемого помещения, формула (2) может быть упрощена:

– для окна:

$$e_{\text{п}}^{\delta} = \varepsilon_{\delta} \cdot q(\gamma) \cdot r_0 \cdot \tau_1 \cdot 0,83; \quad (11)$$

– для окна с СЗУ:

$$e_{\text{п}}^{\delta} = \varepsilon_{\delta} \cdot q(\gamma) \cdot r_0 \cdot \tau_1 \cdot \tau_4 \cdot 0,83^1. \quad (12)$$

Пример 1. Определить коэффициент открытости небосвода $k_{\text{он}}$ для СЗУ с вертикальными ламелями, схема единичной ячейки которого приведена на рис. 3, а, где горизонтальный угол затенения $\theta_{\text{г}}=63+26=89^\circ$, а коэффициент $k_{\text{гз}}$ определится по формуле (6):

$$k_{\text{гз}} = 89/180 = 0,49.$$

Коэффициент $k_{\text{вз}}$ в соответствии с формулой (7) равен 0,5. Коэффициент открытости небосвода данной конструкции СЗУ определится по формуле (4):

$$k_{\text{он}} = k_{\text{вз}} \cdot k_{\text{гз}} = 0,5 \cdot 0,49 = 0,25.$$

Пример 2. Определить КЕО в исследуемом помещении по СП 367.

Геометрический КЕО – ε_{δ} определится количеством лучей n_1 и n_2 , которые проходят через светопро-

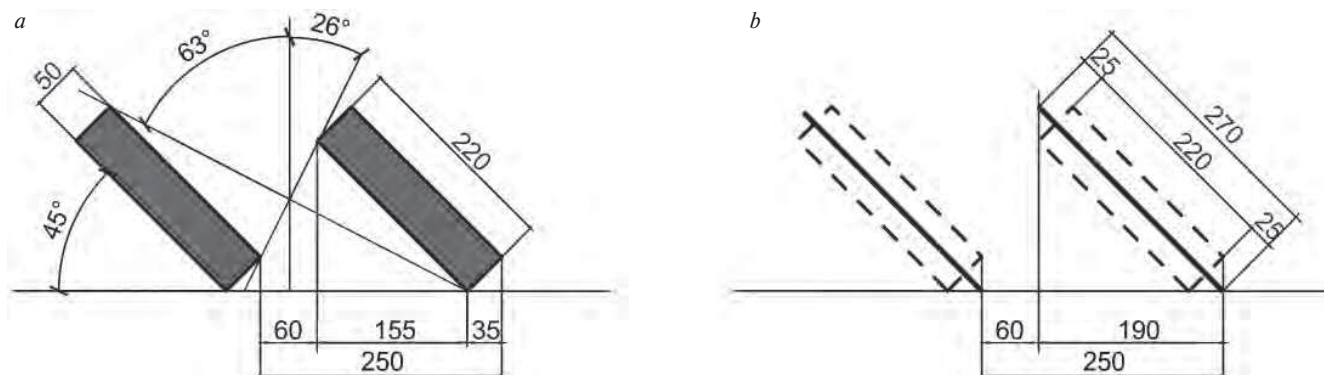


Рис. 3. Конструктивная (а) и расчетная (б) схемы единичной ячейки СЗУ с вертикальными ламелями

Fig. 3. Constructive (a) and computational (b) schemes of a single cell of a SPD with vertical slats

¹ В формуле (12) сохранено обозначение τ_4 , а при расчетах будет использоваться значение коэффициента $k_{\text{он}}$ как доля света, проходящая через СЗУ.

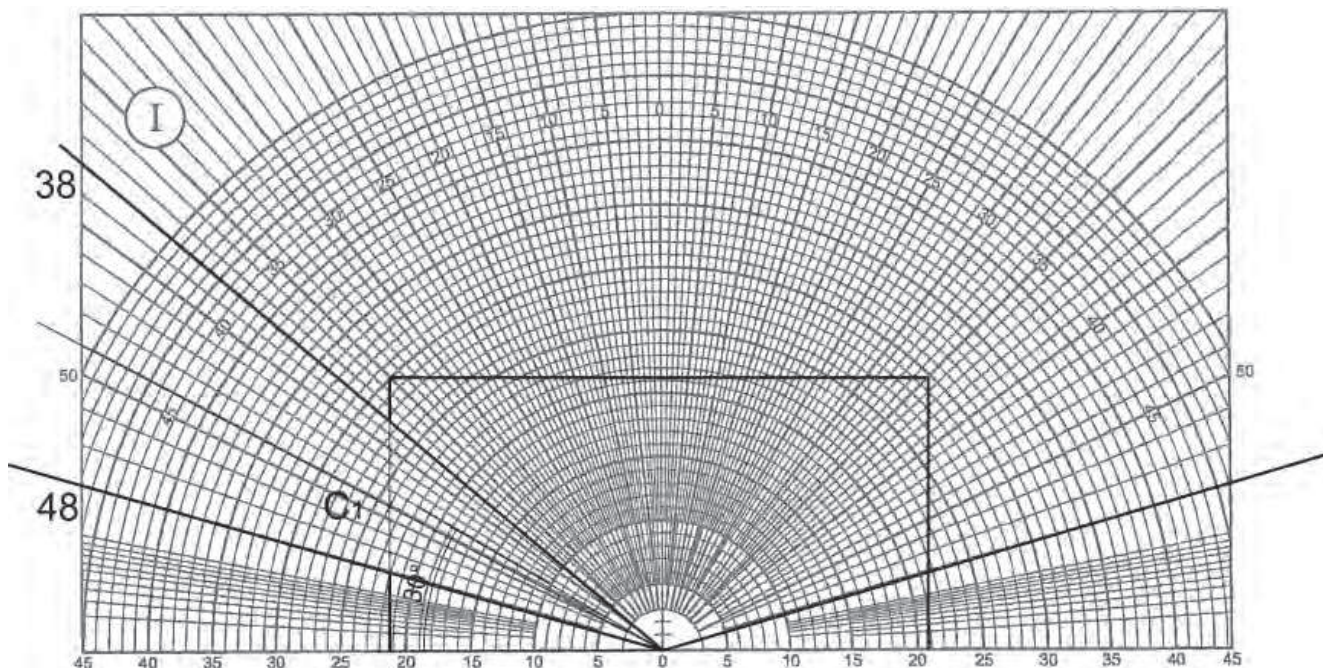


Рис. 4. Разрез помещения с панорамным окном, совмещенный с графиком Данилюка I
Fig. 4. Section of the room with a panoramic window, combined with the Danilyuk I graph

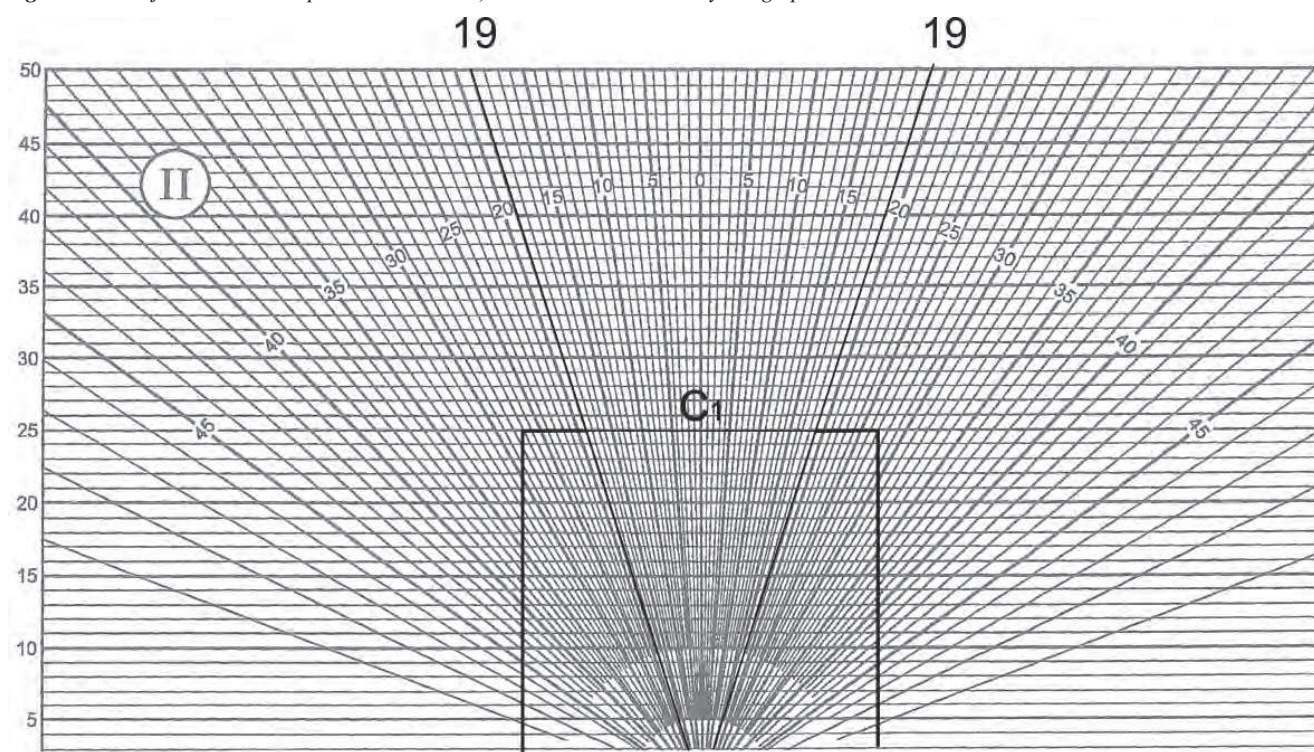


Рис. 5. Разрез помещения с панорамным окном, совмещенный с графиком Данилюка II
Fig. 5. Section of the room with a panoramic window, combined with the Danilyuk II graph

емы на разрезе и плане помещений, совмещенных с графиками Данилюка I и II (рис. 4, 5); $n_1=48-38=10$, $n_2=19+19=38$, $\varepsilon_\delta=0,01 \cdot (10 \cdot 38)=3,8$. По рис. 4 определяется угол $\gamma=30^\circ$, а по таблице А.1 СП 367 определяется коэффициент $q=0,852$.

Расчет КЕО для окна выполнен по формуле (11):
– для стеклопакета № 1 с $\tau_1=0,5$:

$$e_p^\delta = 3,8 \cdot 0,852 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 0,83 = 2,69\%;$$

– для стеклопакета № 2 с $\tau_1=0,67$:

$$e_p^\delta = 3,8 \cdot 0,852 \cdot 2 \cdot 0,67 \cdot 0,83 = 3,6\%.$$

Для исследуемого помещения с СЗУ расчет выполнен по формуле (12) с использованием коэффи-

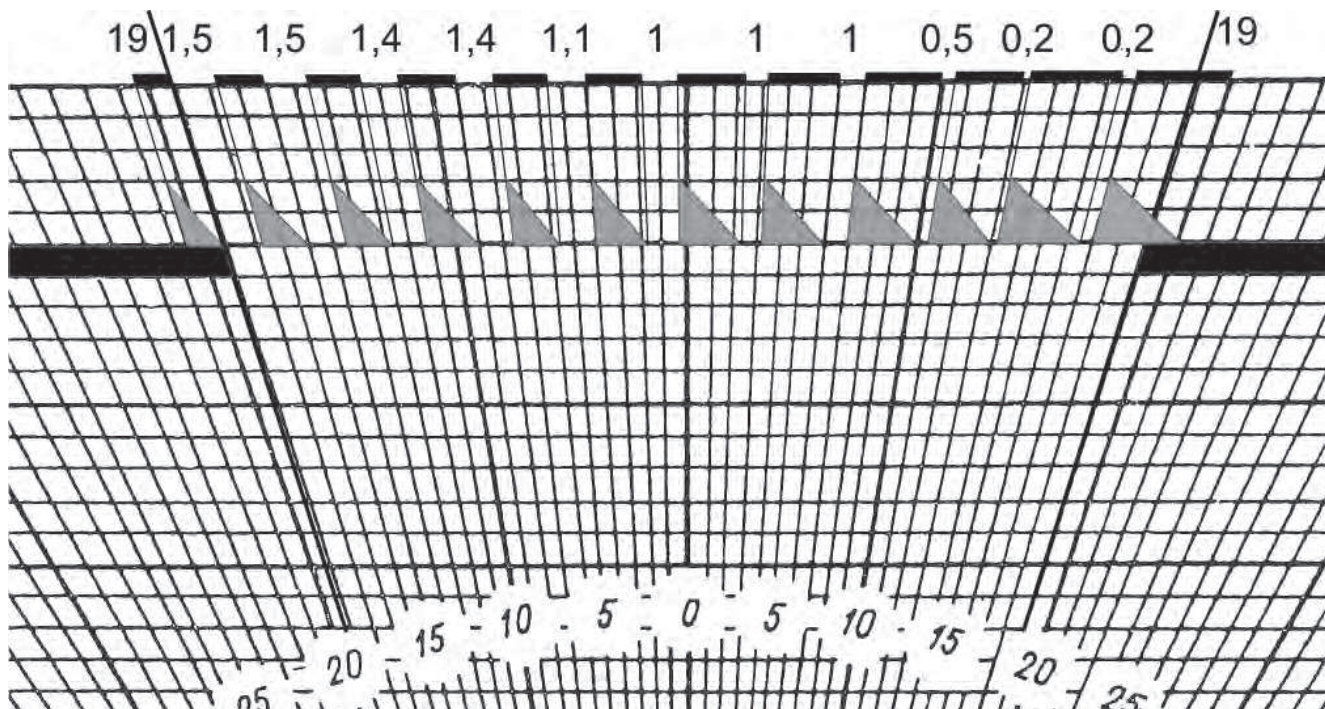


Рис. 6. Расчетные схемы единичных ячеек СЗУ, расположенных по ширине светопроема на укрупненном фрагменте графика Данилюка II. 1,3; 1,3; 1,2 – количество лучей, проходящих через зазоры между ламелями

Fig. 6. Calculation schemes of single cells of the SPD, located along the width of the light gap on the enlarged fragment of the Danilyuk II graph. 1,3; 1,3; 1,2 – the number of rays passing through the gaps between the slats

циента открытости небосвода $k_{\text{он}}$, который определен в примере 1:

– для стеклопакета № 1 с $\tau_1=0,5$:

$$e_p^\delta = 3,8 \cdot 0,852 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 0,25 \cdot 0,83 = 0,67\%;$$

– для стеклопакета № 2 с $\tau_1=0,67$:

$$e_p^\delta = 3,8 \cdot 0,852 \cdot 2 \cdot 0,67 \cdot 0,25 \cdot 0,83 = 0,9\%.$$

Если в исследуемом помещении панорамное окно (1,8×2,7 м) заменить на стандартное (1,3×1,8 м) (расчеты не включены в статью), то получим следующие значения КЕО.

Для окна:

– со стеклопакетом № 1 с $\tau_1=0,5$ – $e_p^\delta=1,5\%$;

– со стеклопакетом № 2 с $\tau_1=0,67$ – $e_p^\delta=2\%$.

Для окна с СЗУ:

– со стеклопакетом № 1 с $\tau_1=0,5$ – $e_p^\delta=0,4\%$;

– со стеклопакетом № 2 с $\tau_1=0,67$ – $e_p^\delta=0,5\%$.

Эти результаты показывают, что нормы естественного освещения при использовании СЗУ можно обеспечить изменением размеров светопроема или подбором стеклопакетов с соответствующим коэффициентом светопропускания.

Пример 3. Определить КЕО в исследуемом помещении с СЗУ в виде вертикальных ламелей по графикам Данилюка путем укрупнения их масштаба.

Количество лучей n_1 по высоте светопроема для вертикальных ламелей определяется по рис. 4, $n_1=48-38=10$. Количество лучей n_2 определяется по

укрупненному фрагменту Данилюка II как сумма лучей, проходящих через зазоры между ламелями по ширине светопроема, ограниченного лучами (19+19), границы которых определены по рис. 5.

Укрупненный фрагмент графика Данилюка II, совмещенный с расчетными схемами единичных ячеек СЗУ по ширине светопроема, приведен на рис. 6.

По рис. 6 определяется количество лучей, проходящих через каждый зазор между ламелями по ширине светопроема (приведены на верхней границе графика):

$$n_2=1,3+1,3+1,3+1,2+1,2+1+1+0,6+0,4+0,3+0,3=9,9.$$

Геометрический КЕО: $\varepsilon_\delta=0,01 \cdot (10 \cdot 9,9)=0,99$.

Коэффициент естественной освещенности:

– для стеклопакета № 1 с $\tau_1=0,5$:

$$e_p^\delta = 0,99 \cdot 0,852 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 0,83 = 0,7\%;$$

– для стеклопакета № 2 с $\tau_1=0,67$:

$$e_p^\delta = 0,99 \cdot 0,852 \cdot 2 \cdot 0,67 \cdot 0,83 = 0,94\%.$$

Обсуждение и заключение

В результате исследования разработан метод учета доли света от небосвода, приходящей в помещение через зазоры между ламелями СЗУ. Метод основан на новом понятии – коэффициент открытости небосвода, который уточняет понимание коэффициентов, характеризующих потери света от различных конструктивных элементов зданий, представленных в СП 367.

Предложен метод расчета геометрического КЕО в помещениях с СЗУ по графикам Данилюка путем укрупнения их масштаба до такого размера, который позволит значимо определить количество лучей, проходящих через зазоры между ламелями.

Расчеты показали удовлетворительное совпадение значений КЕО, определенных с использованием коэффициента открытости небосвода и с использованием укрупненных графиков Данилюка.

По результатам исследования также установлено, что использование СЗУ в несколько раз снижает освещение помещений. Так, СЗУ исследованного типоразмера с вертикальными ламелями снижает

освещение в помещениях в 3–4 раза. При этом можно обеспечить нормируемую освещенность помещений путем регулирования размеров светопроемов и подбора стеклопакетов с определенным коэффициентом светопропускания.

Таким образом, нормируемой освещенности помещений можно достичь при обеспечении солнцезащиты с использованием СЗУ на основе оптимальных соотношений между типом СЗУ и его параметров, площади светопроемов, коэффициента светопропускания и солнечного фактора стеклопакетов. Поиск оптимальных соотношений может стать одним из направлений дальнейших исследований.

Список литературы

1. Харкнес Е.Л., Мехта М.Л. Регулирование солнечной радиации в зданиях / Пер. с англ. М.: Стройиздат, 1984. 176 с.
2. Куприянов В.Н. Климатология и физика архитектурной среды. М.: АСВ, 2016. 194 с.
3. Куприянов В.Н. К расчету величины солнечного фактора солнцезащитных устройств // *Жилищное строительство*. 2021. № 11. С. 40–45. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-11-40-45>
4. Куприянов В.Н., Спиридонов А.В. Расчет параметров солнцезащитных устройств // *Строительство и реконструкция*. 2019. № 3 (83). С. 54–62.
5. Куприянов В.Н. Светопрозрачные ограждающие конструкции. М.: АСВ, 2019. 216 с.
6. Куприянов В.Н. К оценке теплового комфорта помещений, облучаемых солнечной радиацией через световые проемы. Ч. 1. Расчет энергии солнечной радиации, приходящей к наружной поверхности светового проема // *Вестник ПТО РААСН*. 2019. Вып. 22. С. 191–196.
7. Куприянов В.Н. К оценке теплового комфорта помещений, облучаемых солнечной радиацией через световые проемы. Ч. 2. Расчет приращения температуры воздуха в помещении за счет солнечной радиации, прошедшей через остекление / Сборник научных трудов РААСН. М.: АСВ, 2019. Т. 2. С. 316–325.
8. Шибeko А.С., Косько П.Ю., Гутор Т.И. Совершенствование метода расчета теплопоступлений от солнечной радиации через светопрозрачные конструкции // *Приволжский научный журнал*. 2020. № 1 (53). С. 93–98.
9. Дворецкий А. Солнечная энергия в энергоэффективных зданиях. *Сборник научных трудов РААСН*. Москва, 2020. Т. 2. С. 61–73.
10. Gertis, K.: Fenster und Sonnenschutz; Sonderdruck aus Glaswelt, Heft 4, 1972.
11. Шильд Е., Кассельман Х.-Ф., Дамен Г., Поленц Р. Строительная физика / Пер. с нем. М.: Стройиздат, 1982. 296 с.

References

1. Harkness E.L., Mehta M.L. Regulirovanie solnechnoj radiacii v zdaniyah [Regulation of solar radiation in buildings]. Trans. from English. Moscow: Stroyizdat. 1984. 176 p.
2. Kupriyanov V.N. Klimatologija i fizika arhitekturnoj sredy [Climatology and physics of the architectural environment]. Moscow: ASV. 2016. 194 p.
3. Kupriyanov V.N. To the calculation of the magnitude of the solar factor of sun-protective devices. *Zhishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2021. No. 11, pp. 40–45. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-11-40-45>
4. Kupriyanov V.N., Spiridonov A.V. Calculation of the parameters of sun protection devices. *Stroitel'stvo i rekonstrukcija*. 2019, No. 3 (83), pp. 54–62.
5. Kupriyanov V.N. Svetoprozrachnye ograzhdajushhie konstrukcii [Translucent enclosing structures]. Moscow: ASV. 2019. 216 p.
6. Kupriyanov V.N. On the assessment of thermal comfort of rooms irradiated by solar radiation through light openings. Part 1. Calculation of solar radiation energy coming to the outer surface of the light opening. *Vestnik PTO RAASN*. 2019. Iss. 22, pp. 191–196. (In Russian).
7. Kupriyanov V.N. On the assessment of thermal comfort of rooms exposed to solar radiation through light openings. Part II. Calculation of the increment of indoor air temperature due to solar radiation passed through the glazing. Collection of scientific papers of the RAASN. Moscow: ASV. 2019. Vol. 2, pp. 316–325. (In Russian).
8. Shibeko A.S., Kosko P.Yu., Gutor T.I. Improving the method of calculating heat gain from solar radiation through translucent structures. *Privolzhskij nauchnyj zhurnal*. 2020. No. 1 (53), pp. 93–98. (In Russian).
9. Dvoretzky A. Solar energy in energy-efficient buildings. *Collection of scientific papers of the RAASN*. Moscow. 2020. Vol. 2, pp. 61–73.
10. Gertis K. Windows and sun protection; Special print from Glaswelt, Issue 4, 1972.

12. Куприянов В.Н. Приращение температуры воздуха в помещении при воздействии солнечной радиации через световой проем // *Известия КГАСУ*. 2022. № 4 (62). С. 6–17.
13. Гагарин В.Г., Коркина Е.В., Шмаров И.А., Пастушков П.П. Исследование влияния низкоэмиссионного покрытия стекла на спектральное пропускание света // *Строительство и реконструкция*. 2015. № 2 (58). С. 90–95.
14. Miyazaki T., Akisawa A., Kashiwagi T. Energy saving of office building by the use of semi-transparent solar cell for windows // *Renewable Energy*. 2005. V. 30. No. 3. P. 281–304.
15. Mazilu M., Miller A., Donchev V. Modular method for calculation of transmission and reflection in multilayered structures // *Applied Optics*. 2001. No. 40, pp. 6670–6676.
16. Lee E.S., Di Bartolomeo D.L., Selkowitz S.E. Daylighting control performance of a thin-film ceramic electrochromic window // *Energy and Building*. 2006. Vol. 38, pp. 30–44.
17. Коркина Е.В. Комплексное сравнение оконных блоков по светотехническим и теплотехническим параметрам // *Жилищное строительство*. 2015. № 6. С. 60–62.
18. Земцов В.А., Гагарина Е.В. Расчетно-экспериментальный метод определения общего коэффициента пропускания света оконными блоками // *Academia. Архитектура и строительство*. 2010. № 3. С. 472–476.
19. Земцов В.А., Гагарина Е.В., Корский С.Н. Метод экспериментального определения общего светопропускания заполнений светопроемов в натуральных условиях // *Вестник МГСУ*. 2011. № 3. С. 9–14.
20. Земцов В.А. Пути совершенствования верхнего естественного и совмещенного освещения помещений различного назначения // *Жилищное строительство*. 2013. № 6. С. 57–60.
21. Соловьев А.К., Дорожкина Е.А. Современное понимание роли естественного освещения при проектировании зданий // *Жилищное строительство*. 2021. № 11. С. 46–52. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-11-46-52>
22. Земцов В.А., Киреев Н.Н. Расчет естественного освещения помещений при плотной городской застройке // *Светотехника*. 1993. № 5–6. С. 48–49.
23. Земцов В.А., Гагарина Е.В. Методические принципы обеспечения нормированного регламента по естественному освещению на примере общеобразовательных школ // *Вестник Волгоградского ГАСУ. Сер. Строительство и архитектура*. 2013. № 31–2 (50). С. 492–498.
24. Сергейчук О.В. Особенности расчета естественного освещения помещений по нормативной методике Украины // *Жилищное строительство*. 2013. № 6. С. 54–56.
11. Schild E., Kasselmann H.-F., Damen G., Polenz R. *Stroitel'naja fizika [Construction Physics]*. Trans. from German. Moscow: Stroyizdat, 1982. 296 p.
12. Kupriyanov V.N. Increment of indoor air temperature when exposed to solar radiation through a light opening. *Izvestiya KGASU*. 2022. No. 4 (62), pp. 6–17.
13. Gagarin V.G., Korkina E.V., Shmarov I.A., Pastushkov P.P. Investigation of the effect of low-emission glass coating on the spectral transmission of light. *Stroitel'stvo i rekonstrukcija*. 2015. No. 2 (58), pp. 90–95.
14. Miyazaki T., Akisawa A., Kashiwagi T. Energy saving of office building by the use of semi-transparent solar cell for windows. *Renewable Energy*. 2005. Vol. 30. No. 3, pp. 281–304.
15. Mazilu M., Miller A., Donchev V. Modular method for calculation of transmission and reflection in multilayered structures. *Applied Optics*. 2001. No. 40, pp. 6670–6676.
16. Lee E.S., Di Bartolomeo D.L., Selkowitz S.E. Daylighting control performance of a thin-film ceramic electrochromic window. *Energy and Building*. 2006. Vol. 38, pp. 30–44.
17. Korkina E.V. Complex comparison of window blocks by lighting and heat engineering parameters. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo [Housing Construction]*. 2015. No. 6, pp. 60–62. (In Russian).
18. Zemtsov V.A., Gagarina E.V. Computational and experimental method for determining the total light transmittance by window blocks. *Academia. Arhitektura i stroitel'stvo*. 2010. No. 3, pp. 472–476. (In Russian).
19. Zemtsov V.A., Gagarina E.V., Korsky S.N. Method of experimental determination of total light transmission of fillings of light openings in natural conditions. *Vestnik MGSU*. 2011. No. 3, pp. 9–14. (In Russian).
20. Zemtsov V.A. Ways of improving the upper natural and combined lighting of premises for various purposes. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo [Housing Construction]*. 2013. No. 6, pp. 57–60. (In Russian).
21. Soloviev A.K., Dorozhkina E.A. Modern understanding of the role of natural lighting in the design of buildings. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo [Housing Construction]*. 2021. No. 11, pp. 46–52. (In Russian).
22. Zemtsov V.A., Kireev N.N. Calculation of natural lighting of premises in dense urban development. *Svetotekhnika*. 1993. No. 5–6, pp. 48–49. (In Russian).
23. Zemtsov V.A., Gagarina E.V. Methodological principles of ensuring normalized regulations on natural lighting on the example of secondary schools. *Vestnik Volgogradskogo GASU. Serija: Stroitel'stvo i arhitektura*. 2013. No. 31–2 (50), pp. 492–498. (In Russian).
24. Sergeychuk O.V. Features of calculating natural lighting of premises according to the normative methodology of Ukraine. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo [Housing Construction]*. 2013. No. 6, pp. 54–56. (In Russian).

УДК 698.3

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-37-42>

А.И. ИВАНЦОВ, канд. техн. наук (ivantsov.arch@mail.ru)

Казанский государственный архитектурно-строительный университет (420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1)

К расчету влияния солнечной радиации на теплопотери помещений через остекленные балконы и лоджии

При остеклении балконов и лоджий формируется замкнутое воздушное пространство, температура которого, как правило, выше температуры наружной среды. Повышение температуры на остекленном балконе способствует снижению тепловых потерь помещением, граничащим с ним. В статье приведен метод расчета средней температуры на остекленном балконе при учете условной температуры солнечного облучения, формируемой в течение отопительного периода. Предлагаемая методика основана на расчете теплоустойчивости помещений. Приведен расчет средней температуры за отопительный период для остекленных балконов четырех основных типов в климатических условиях г. Казани. Показано, что условная температура солнечного облучения составляет от 2,99 до 3,78°C для помещений южной ориентации и зависит от площади светопропускающих наружных ограждающих конструкций и теплотехнических показателей поверхностей помещения. Показано, что учет солнечной радиации как фактора повышения температуры на остекленном балконе или лоджии способен снизить теплопотери помещения, которое граничит с данным балконом, до 20% в зависимости от конфигурации и теплотехнических характеристик конструкций. Наибольший эффект снижения тепловых потерь помещения наблюдается при остеклении балконов, обладающих наибольшей площадью светопропускающих заполнений конструкций.

Ключевые слова: температура, остекленный балкон, лоджия, солнечная радиация, тепловые потери.

Для цитирования: Иванцов А.И. К расчету влияния солнечной радиации на теплопотери помещений через остекленные балконы и лоджии // *Жилищное строительство*. 2023. № 8. С. 37–42.

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-37-42>

A.I. IVANTSOV, Candidate of Sciences (Engineering) (ivantsov.arch@mail.ru)
Kazan State University of Architecture and Engineering (1, Zelenaya Street, Kazan, 420043, Russian Federation)

To the Calculation of the Influence of Solar Radiation on the Heat Losses of Premises Through Glazed Balconies and Loggias

When glazing balconies and loggias, a closed air space is formed, the temperature of which, as a rule, is higher than the temperature of the external environment. An increase in temperature on a glazed balcony helps to reduce heat losses from the room adjacent to it. The article presents a method for calculating the average temperature on a glazed balcony, taking into account the conditional temperature of solar radiation formed during the heating period. The proposed method is based on the calculation of the thermal stability of the premises. The calculation of the average temperature for the heating period for glazed balconies of four main types for the climatic conditions of Kazan is given. It is shown that the conditional temperature of solar irradiation ranges from 2.99 to 3.78°C for rooms of southern orientation and depends on the area of light-transmitting external enclosing structures and thermal performance of the surfaces of the room. It is shown that taking into account solar radiation as a factor in increasing the temperature on a glazed balcony or loggia can reduce the heat loss of a room that borders this balcony by up to 20%, depending on the configuration and thermal characteristics of the structures. The greatest effect of reducing the heat loss of the room is observed when glazing balconies, which have the largest area of light-transmitting structure fillings.

Keywords: temperature, glazed balcony, loggia, solar radiation, heat loss.

For citation: Ivantsov A.I. To the calculation of the influence of solar radiation on the heat losses of premises through glazed balconies and loggias. *Zhiliщnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2023. No. 8, pp. 37–42. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-37-42>

Наличие балкона или лоджии в квартире определяется различными критериями: эстетика и пластика фасадного решения здания, повышение комфорта проживания и выполнение бытовых нужд, соблюдение противопожарных требований [1, 2]. Согласно СП 54.13330.2022 «Здания жилые многоквартирные» лоджии и балконы необходимо проектировать в жилых домах в III и IV климатических районах

строительства по СП 131.13330. В соответствии с СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» при наличии одного эвакуационного выхода с этажа (наиболее частое решение при секционной планировке многоквартирных жилых домов) каждая квартира, расположенная на высоте более 15 м, кроме эвакуационного должна иметь аварийный выход. Единственным при-

емлемым решением организации аварийного выхода из каждой квартиры является устройство балконов или лоджий с глухими простенками определенной ширины (1,2 или 1,6 м в зависимости от его расположения) или при наличии лестницы, поэтажно соединяющей балконы или лоджии.

В то же время, согласно СП 54.13330.2022, балконы и лоджии необходимо предусматривать остекленными в следующих условиях:

– в климатических районах строительства I и II по СП 131.13330;

– при сочетании среднемесячной температуры воздуха и среднемесячной скорости ветра в июле: 12–16°C и более 5 м/с; 8–12°C и 4–5 м/с; 4–8°C и 4 м/с; ниже 4°C при любой скорости ветра;

– шум от транспортных магистралей или промышленных территорий 75 дБ и более на расстоянии 2 м от фасада многоквартирного жилого здания (кроме шумозащищенных многоквартирных жилых зданий).

При капитальном ремонте и реконструкции жилых домов с неостекленными летними помещениями также часто проводится их остекление с целью повышения качества проживания [3, 4].

Таким образом, для значительной части Российской Федерации наличие остекленных летних помещений в многоквартирных домах является нормой.

При остеклении балконов и лоджий (далее – балконов) формируется замкнутое воздушное пространство, температура которого, как правило, выше температуры наружной среды. Данное обстоятельство подтверждается значительным числом экспериментальных данных, полученных в различных климатических условиях. Наблюдения показывают, что на протяжении всего года температура на остекленном балконе может превышать температуру наружного воздуха на 2–5°C даже в условиях холодного климата [5–8].

Повышение температуры на остекленном балконе способствует снижению тепловых потерь помещением, граничащим с ним. Данное снижение учитывается при расчете энергопотребления здания температурным коэффициентом n_p , который вводится при вычислении удельной теплозащитной характеристики здания $k_{об}$:

$$n_i = \frac{t_{в} - t_{балк}}{t_{в} - t_{от}}, \quad (1)$$

где $t_{в}$ – температура внутреннего воздуха, °C; $t_{от}$ – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °C; $t_{балк}$ – температура воздуха на балконе, °C.

$$k_{об} = \frac{1}{V_{от}} \sum_i (n_{t,i} \frac{A_{ф,i}}{R_{0,i}^{пп}}), \quad (2)$$

где $V_{от}$ – отапливаемый объем здания, м³; $A_{ф,i}$ – площадь соответствующего фрагмента теплозащитной оболочки здания, м²; $R_{0,i}^{пп}$ – приведенное сопротив-

ление теплопередаче i -го фрагмента теплозащитной оболочки здания, м²·°C/Вт.

Определяющим фактором при вычислении коэффициента n_i является температура воздуха на остекленном балконе $t_{балк}$. В СП 345.1325800.2017 «Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты» приведен метод расчета данной температуры на основе решения уравнения теплового баланса между притоком тепла через ограждающие конструкции здания из отапливаемого объема и теплопотерями через наружные конструкции балкона (витражи, наружные стены, перекрытия):

$$(t_{в} - t_{балк}) \sum (A_i^+ / R_{0,i}^{пп+}) = (t_{балк} - t_{н}) \sum (A_j^- / R_{0,j}^{пп-}), \quad (3)$$

где A_i^+ , $R_{0,i}^{пп+}$ – площадь, м², и приведенное сопротивление теплопередаче, м²·°C/Вт, участка ограждения между помещением здания и балкона; A_j^- , $R_{0,j}^{пп-}$ – площадь, м², и приведенное сопротивление теплопередаче, м²·°C/Вт, участка ограждения между балконом и наружным воздухом.

В статье [9] предложена методика расчета температуры на остекленном балконе с учетом воздухообмена:

$$(c_{возд} \gamma_{возд}) L (t_{лодж} - t_{н}) = \sum_i \alpha_{к,i} (\tau_i - t_{лодж}) A_i, \quad (4)$$

где $c_{возд}$ – удельная теплоемкость воздуха, Дж/(кг·°C); $\gamma_{возд}$ – плотность воздуха, кг/м³; L – объем воздуха, поступающего в пространство балкона, м³/с.

За счет инфильтрации холодного воздуха в пространство балкона расчет по данной методике показывает меньшие значения по сравнению с методом СП.

Тем не менее ни одна из приведенных методик не учитывает воздействия солнечной радиации на повышение температуры остекленного балкона и соответственно снижение теплопотерь помещения вследствие этого. Солнечное облучение при расчете энергопотребления зданий учитывается только по поступлению тепла через световые проемы внутрь помещения в течение отопительного периода [10–12]. Температура на остекленном балконе даже в течение отопительного периода может достигать 30–40°C в условиях умеренного климата, особенно в весенний и осенний периоды, из-за естественного увеличения интенсивности солнечного облучения [7, 13]. Температура поверхности фасада, облучаемого солнцем в зимний период, может достигать 50–60°C, что подтверждается натурными исследованиями [14, 15]. Данное обстоятельство при расчете энергопотребления зданий позволит снизить расчетные теплопотери помещений, удельную теплозащитную характеристику здания и, как следствие, расчетный класс энергосбережения (энергоэффективности) без применения дополнительных мероприятий.

Методика расчета температуры воздуха на остекленном балконе при учете солнечной радиации

В общем виде тепловой баланс на остекленном балконе можно описать следующим образом:

$$\sum Q_{\text{тр},i} + Q_{\text{сол}} = \sum Q_{\text{тр},j}, \quad (5)$$

где $\sum Q_{\text{тр},i}$, $\sum Q_{\text{тр},j}$ – трансмиссионные поступления и потери тепла через ограждающие конструкции остекленного помещения; $Q_{\text{сол}}$ – поступления тепла от солнечной радиации.

Источниками тепlopоступлений на остекленный балкон являются трансмиссионные тепlopоступления из отапливаемого помещения и солнечная радиация, поступающая через наружные светопрозрачные заполнения в ограждающих конструкциях. Трансмиссионные и солнечные тепlopоступления происходят независимо друг от друга в течение всего отопительного периода, следовательно, их можно учитывать отдельно, принимая расчет температуры воздуха на балконе от трансмиссионных тепlopотерь/тепlopоступлений $t_{\text{балк}}^{\text{тр}}$ по формулам (1) или (2), а солнечную радиацию учитывать по условной температуре солнечного облучения $t_{\text{балк}}^{\text{сол}}$.

В описанных выше методиках расчет температуры воздуха на балконе производится в постановке задачи стационарной тепlopередачи при средней температуре наружного воздуха за отопительный период. При расчете тепlopоступлений от солнечной радиации по методике СП 50.13330 «Тепловая защита зданий» общий приход тепла также считается по среднемесячным значениям суммарной солнечной радиации при действительных условиях облачности за отопительный период. В этой связи предлагается солнечную радиацию на балконе учитывать также по средним значениям за отопительный период.

Предлагаемая методика основана на расчете теплостойчивости помещений [16]. Подобный подход для оценки температуры внутреннего воздуха помещений, облучаемых солнцем, изложен в [12]. Согласно данной методике амплитуда колебаний температуры ($^{\circ}\text{C}$) в помещении при наличии источника тепlopоступлений определяется по формуле:

$$A_t = \frac{0,7Q_z}{\sum BF}, \quad (6)$$

где Q_z – средняя часовая теплоотдача отопительного прибора, Вт; F – площадь поверхности ограждения, м^2 ; B – коэффициент теплоглощения поверхности ограждения, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$.

$$B = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_B} + \frac{1}{Y_B}}, \quad (7)$$

где α_B – коэффициент тепловосприимчивости поверхности, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$; Y_B – коэффициент теплосушения поверхности ограждения, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$.

Количество тепlopоступлений от солнечной радиации ($\text{Вт} \cdot \text{ч}/\text{год}$) определяется интенсивностью солнечного облучения I , $\text{МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, $\text{Вт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, коэффициентами относительного проникновения солнечной радиации τ_F и затенения светового проема k_F для светопропускающих заполнений, а также площади светопропускающего заполнения балкона F , м^2 :

$$Q_{\text{сол}} = \tau_F k_F \sum F_i I_i, \quad (8)$$

где i – сторона света, нормальная ориентации светопропускающего заполнения балкона.

Величина I_i , $\text{МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ определяется по методике СП 345.1325800 как средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности соответствующей ориентации при действительных условиях облачности. Для определения среднечасовой интенсивности солнечного облучения ($\text{Вт} \cdot \text{ч}$) получим выражение:

$$q_{\text{сол}} = \frac{Q_{\text{сол}}}{24 \cdot z_{\text{от}}} = \frac{\tau_F k_F \sum F_i I_i}{24 \cdot z_{\text{от}}}, \quad (9)$$

где $z_{\text{от}}$ – продолжительность отопительного периода, сут.

Подставляя среднечасовую интенсивность солнечного облучения за отопительный период в выражение (6), получим значение условной температуры солнечного облучения в пространстве остекленного балкона:

$$t_{\text{балк}}^{\text{сол}} = \frac{0,7q_{\text{сол}}}{\sum BF}. \quad (10)$$

С учетом положения о независимости действия солнечной радиации и трансмиссионных тепlopоступлений на балкон из отапливаемого объема помещения получим:

$$t_{\text{балк}} = t_{\text{балк}}^{\text{тр}} + t_{\text{балк}}^{\text{сол}}. \quad (11)$$

Стоит отметить, что данная методика носит оценочный характер, так как не учитывает избирательную пропускную способность оконных стекол к проникновению солнечной радиации, а также нестационарность действия солнечной радиации. Тем не менее для инженерных расчетов она может быть применима.

Пример расчета температуры на остекленном балконе

В качестве примера рассмотрим расчет температуры воздуха на остекленных летних помещениях в многоквартирном здании в г. Казань. Так как архитектурные решения летних помещений многоквартирных зданий могут быть различными, расчет про-

Таблица 1
Table 1

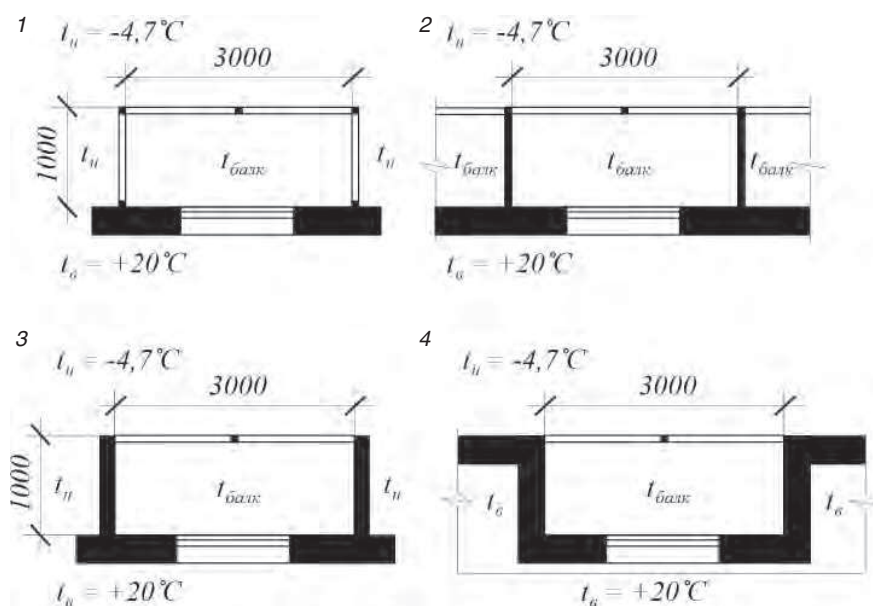
Архитектурные и теплотехнические показатели конструкций
Architectural and thermal performance of structures

Вид ограждающей конструкции / поверхности	Архитектурное решение балкона			
	1	2	3	4
	Площадь поверхностей, м ² / сопротивление теплопередаче конструкции, м ² ·°С/Вт / коэффициент теплоусвоения поверхности ограждения, Вт/(м ² ·°С)			
Наружное светопрозрачное заполнение: витраж	15 / 0,2	9 / 0,2	9 / 0,2	9 / 0,2
Наружное непрозрачное заполнение: кирпичная кладка, 250 мм	–	6* / 3,12	6 / 0,5 / 3,12	–
Внутреннее светопрозрачное заполнение: окно	4 / 0,7	4 / 0,7	4 / 0,7	4 / 0,7
Внутреннее непрозрачное заполнение: кирпичная кладка 250 мм, минеральная вата 150 мм, штукатурка наружная 10 мм	5 / 3,6	5 / 3,6	5 / 3,6	11 / 3,6
Потолок: железобетонная плита	3 / – / 18,95	3 / – / 18,95	3 / – / 18,95	3 / – / 18,95
Пол: железобетонная плита	3 / – / 18,95	3 / – / 18,95	3 / – / 18,95	3 / – / 18,95

ведем для четырех основных видов таких помещений (см. рисунок): 1 – балконы, несмежные по фасаду; 2 – балконы/лоджии смежные по фасаду; 3 – лоджии, выступающие за плоскость фасада; 4 – лоджии, не выступающие за плоскость фасада.

В качестве граничных условий примем: температура внутреннего воздуха $t_{в}=20^{\circ}\text{C}$; температура наружного воздуха $t_{н}=-4,7^{\circ}\text{C}$ (средняя за отопительный период с температурой выше $+8^{\circ}\text{C}$ для г. Казани). Примем допущение, что через пол и потолок балкона не происходит передачи тепла (наличие выше и ниже по фасаду аналогичных летних помещений с такой же температурой). То же допущение справедливо для наружных непрозрачных заполнений по торцам балкона (тип 2).

Архитектурные и теплотехнические показатели конструкций приведены в табл. 1:



Принципиальные схемы к расчету температуры воздуха на балконе
Schematic diagrams for calculating the air temperature on the balcony

Светотехнические характеристики светопрозрачного заполнения балкона следующие: коэффициент относительного проникновения солнечной радиации $\tau_{г}=0,85$; коэффициент затенения светового проема $k_{г}=0,7$. Ориентация остекленного балкона принята южной.

Расчет температуры на остекленном балконе для четырех типов архитектурного решения по предлагаемой методике представлен в табл. 2.

Расчет температуры на остекленном балконе только с учетом трансмиссионных теплопоступлений $t_{\text{балк}}^{\text{тр}}$ показывает наибольшие значения для лоджии, не выступающей за плоскость фасада (тип 4), что в достаточной мере объясняется максимальной площадью поверхностей, граничащих с внутренним воздухом, и минимальной – с наружной. Наименьшая температура наблюдается на балконе (тип 1) из-за большой площади поверхности с низким термическим сопротивлением, граничащим с наружным воздухом.

Расчет условной температуры солнечного облучения $t_{\text{балк}}^{\text{сол}}$ показывает зависимость данной температуры от площади светопрозрачного заполнения: максимальное значение для помещения типа 1 (15 м² светопрозрачного ограждения) и близкие значения для типов 2, 3 и 4 (по 9 м²). В то же время установлена зависимость температуры солнечного облучения от материалов отделки остекленного помещения: температура на лоджиях (тип 3 и 4) в целом выше, чем на балконе (тип 2). Это объясняется меньшей величиной $\sum BF$ и наличием боль-

Таблица 2
Table 2

К расчету температуры на остекленном балконе
To the calculation of the temperature on the glazed balcony

Параметр	Архитектурное решение балкона			
	1	2	3	4
Температура $t_{\text{балк}}^{\text{тр}}$, °C	-2,56	-1,33	-1,96	-0,67
ΣBF , Вт/°C	119,9	119,9	105,7	106
Средняя за отопительный период величина солнечной радиации I , Мдж/год	11 665	8 167	8 167	8 167
Среднечасовая интенсивность солнечной радиации q_z , Вт·ч	647,3	453,1	453,1	453,1
Условная температура солнечного облучения $t_{\text{балк}}^{\text{сол}}$, °C	3,78	2,64	3	2,99
Суммарная температура $t_{\text{балк}}^{\text{тр}} + t_{\text{балк}}^{\text{сол}}$, °C	+1,22	+1,31	+1,04	+2,32

шего количества каменного материала на внутренних поверхностях помещения.

При совместном учете трансмиссионных теплопоступлений и солнечной радиации общая картина немного меняется. Температура воздуха $t_{\text{балк}}$ в решениях 1, 2 и 3 практически одинакова (1,04–1,33°C), температура воздуха в решении 4 максимальная (2,32°C).

Анализ изменения температурного коэффициента по табл. 3 при совместном учете солнечной радиации и трансмиссионных теплопоступлений показывает,

Список литературы

1. Песецкий Д. А., Солоненко Р.С., Попов Н.Е. Квартирные элементы фасада в архитектуре. *Материалы и методы инновационных исследований и разработок: Сборник статей международной научно-практической конференции: В 2 ч., Екатеринбург, 15 марта 2017 г.* Ч. 2. Екатеринбург: Аэтерна, 2017. С. 232–233.
2. Осипова Е.В., Айдарова Г.Н., Куприянов В.Н., Мирсаяпов И.Т. Принципы организации жилой архитектурной среды в условиях постпандемийных изменений // *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета.* 2023. № 1 (63). С. 61–72. DOI: 10.52409/20731523_2023_1_61
3. Доможиллов В.Ю. Остекление элементов фасада и микроклимат жилых помещений // *БСТ.* 2018. № 8 (1008). С. 73–74.
4. Осипова А.А., Павлов Г.И. Анализ эффективности остекленных балконов на шум в квартирах жилых домов. *Акустика среды обитания: VI Всероссийская конференция молодых ученых и специалистов: материалы конференции.* Москва, 21 мая 2021 года. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. С. 223–226.

Таблица 3
Table 3

Температурный коэффициент
Temperature coefficient

Параметр	Архитектурное решение балкона			
	1	2	3	4
Темп. коэффициент n_t (по $t_{\text{балк}}^{\text{тр}}$)	0,913	0,864	0,889	0,837
Темп. коэффициент n_t (по $t_{\text{балк}}^{\text{сол}}$)	0,76	0,757	0,768	0,716
Уменьшение температурного коэффициента n_t , %	20,1	14,1	15,7	16,9

что наибольший эффект достигается на балконе типа 1 (увеличение на 20,1%), наименьший – на балконе типа 2 (увеличение на 14,1%). В абсолютных значениях температурного коэффициента тенденции аналогичны распределению расчетной температуры на балконе.

Выводы

Учет солнечной радиации как фактора повышения температуры на остекленном балконе или лоджии способен снизить теплопотери помещения, которое граничит с данным балконом, до 20% в зависимости от конфигурации и теплотехнических характеристик конструкций. Наибольший эффект снижения тепловых потерь помещения наблюдается при остеклении балконов, обладающих наибольшей площадью светопропускающих заполнений конструкций.

References

1. Peseckii D.A., Solonenko R.S., Popov N.E. Apartment facade elements in architecture. *Materials and methods of innovative research and development: collection of articles of the international scientific and practical conference: in 2 parts.* Part 2. Yekaterinburg. 2017, pp. 232–233. (In Russian).
2. Osipova Ye.V., Aydarova G.N., Kupriyanov V.N., Mirsayapov I.T. Principles of organizing a residential architectural environment in the context of post-pandemic changes. *Izvestiya of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering.* 2023. No. 1 (63), pp. 61–72. DOI: 10.52409/20731523_2023_1_61
3. Domozhilov V.Yu. Glazing of facade elements and microclimate of residential premises. *BST.* 2018. No. 8 (1008), pp. 73–74. (In Russian).
4. Osipova A.A., Pavlov G.I. Analysis of the effectiveness of glazed balconies for noise in residential apartments. *Habitat Acoustics: VI All-Russian Conference of Young Scientists and Specialists: Proceedings of the Conference.* Moscow. 2021, pp. 223–226. (In Russian).

5. Grudzmska M. Evaluation of the performance of enclosed balconies based on temperature monitoring. 2021. *J. Phys.: Conf. Ser.* 2069. 012133.
6. Grudzmska M. Glazed balconies and their influence on the temperature reduction factor during the heating season. *E3S Web of Conferences*. Vol. 172. 12011 (2020) DOI: 10.1051/e3sconf/202017212011
7. Kimmo Hilliäho, Arto Köliö, Toni Pakkala, Jukka Lahdensivu, Juha Vinha Effects of added glazing on Balcony indoor temperatures: Field measurements. *Energy and Buildings*. 2016. Vol. 128, pp. 458–472. DOI: 10.1016/j.enbuild.2016.07.025
8. Afshari Faraz, Muratçobanoğlu Burak, Mandev Emre, Ceviz Mehmet, Mirzaee Ziba. Effects of double glazing, black wall, black carpeted floor and insulation on thermal performance of Solar-Glazed Balconies. *Energy and Buildings*. 2023. 285. 112919. DOI: 10.1016/j.enbuild.2023.112919
9. Гагарин В.Г., Широков С.А. Расчет температуры воздуха остекленной лоджии для определения энергосберегающего эффекта // *Строительство и реконструкция*. 2017. № 3 (71). С. 36–42.
10. Шибек А.С., Коско П.Ю., Гутор Т.И. Совершенствование метода расчета теплоступлений от солнечной радиации через светопрозрачные конструкции // *Приволжский научный журнал*. 2020. № 1 (53). С. 93–100.
11. Самарин О.Д., Лушин К.И. Оценка зависимости теплоступлений от солнечной радиации от географической широты для расчета класса энергосбережения здания // *Жилищное строительство*. 2019. № 3. С. 53–56.
12. Куприянов В.Н. Приращение температуры воздуха в помещении при воздействии солнечной радиации через световой проем // *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета*. 2022. № 4 (62). С. 6–17.
13. Catalina T., Bortis D., Vartires A., Lungu C. Glazed balconies impact on energy consumption of multi-story buildings. *E3S Web of Conferences*. 2019. DOI: 10.1051/e3sconf/201911106079
14. Иванцов А.И., Куприянов В.Н. Режим эксплуатации многослойных стеновых ограждающих конструкций как основа прогнозирования их срока службы // *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета*. 2014. № 3 (29). С. 32–40.
15. Иванцов А.И., Куприянов В.Н. Температурный режим поверхности ограждающих конструкций зданий в климатических условиях РФ // *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*. 2017. № 3 (19). С. 44–50.
16. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. М.: АВОК-ПРЕСС, 2006. 256 с.
5. Grudzmska M. Evaluation of the performance of enclosed balconies based on temperature monitoring. 2021. *J. Phys.: Conf. Ser.* 2069. 012133.
6. Grudzmska M. Glazed balconies and their influence on the temperature reduction factor during the heating season. *E3S Web of Conferences*. Vol. 172. 12011 (2020) DOI: 10.1051/e3sconf/202017212011
7. Kimmo Hilliäho, Arto Köliö, Toni Pakkala, Jukka Lahdensivu, Juha Vinha Effects of added glazing on Balcony indoor temperatures: Field measurements. *Energy and Buildings*. Vol. 128, pp. 458–472. DOI: 10.1016/j.enbuild.2016.07.025
8. Afshari Faraz, Muratçobanoğlu Burak, Mandev Emre, Ceviz Mehmet, Mirzaee Ziba. Effects of double glazing, black wall, black carpeted floor and insulation on thermal performance of Solar-Glazed Balconies. 2023. *Energy and Buildings*. 285. 112919. DOI: 10.1016/j.enbuild.2023.112919
9. Gagarin V.G., Shirokov S.A. Calculation of the air temperature of a glazed loggia to determine the energy-saving effect. *Stroitel'stvo i rekonstruktsiya*. 2017. No. 3 (71), pp. 36–42. (In Russian).
10. Shibeko A.S., Kosko P.Yu., Gutor T.I. Improving the method for calculating heat gains from solar radiation through translucent structures. *Privolzhskiy nauchnyy zhurnal*. 2020. No. 1 (53), pp. 93–100. (In Russian).
11. Samarin O.D., Lushin K.I. Assessment of the dependence of heat gains from solar radiation on geographic latitude to calculate the energy saving class of a building. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2019. No. 3, pp. 53–56. (In Russian).
12. Kupriyanov V.N. Increment of air temperature in the room under the influence of solar radiation through the light aperture. *Izvestiya of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering*. 2022. No. 4 (62), pp. 6–17. (In Russian).
13. Catalina T., Bortis D., Vartires A., Lungu C. Glazed balconies impact on energy consumption of multi-story buildings. *E3S Web of Conferences*. 2019. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201911106079>
14. Ivantsov A.I., Kupriyanov V.N. Operating mode of multilayer wall enclosing structures as the basis for predicting their service life. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2014. No. 3 (29), pp. 32–40. (In Russian).
15. Ivantsov A.I., Kupriyanov V.N. Temperature regime of the surface of enclosing structures of buildings in the climatic conditions of the Russian Federation. *Biosfernaya sovместimost': chelovek, region, tekhnologii*. 2017. No. 3 (19), pp. 44–50. (In Russian).
16. Fokin K.F. *Stroitel'naya teplotekhnika ograzhdayushchey chastey zdaniy* [Construction heat engineering of enclosing parts of buildings]. Moscow: AVOK-PRESS, 2006. 256 p.

УДК 628.8:697.1:004.942

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-43-52>

А.С. ПЕТРОВ, канд. техн. наук (ruarty@mail.ru)

Казанский государственный архитектурно-строительный университет (420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1)

Оценка длительности комфорта в помещении методом компьютерного моделирования

Согласно Федеральному закону № 384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» к зданиям предъявляются требования к инсоляции и солнцезащите, освещению, защите от шума, микроклимату помещений и т. д. Анализ действующих стандартных методов расчета соответствующих позиций позволил установить, что достижение этих требований выполняется без проверки их взаимовлияния в годовом цикле эксплуатации. На текущий момент в нормативной литературе отсутствует расчетный показатель, обобщающий перечисленные требования в виде единого итогового уровня комфорта помещений зданий. В исследовании приведены натурные измерения параметров микроклимата общественного помещения в течение года, которые позволили установить характерные периоды дискомфорта, их длительность и причины. Результаты натурного исследования сопоставлены с расчетными величинами, которые получены путем компьютерного моделирования. Показано, что использование метода моделирования на основе визуального программирования позволяет прогнозировать длительность дискомфорта в помещении и их периоды в годовом цикле эксплуатации в зависимости от конструктивных, теплотехнических, объемно-планировочных и других параметров здания, а также особенностей климата региона строительства. Получено, что тепловой, световой, инсоляционный комфорт непостоянны в течение года. Выявлена необходимость обоснования параметров комфорта через длительность их обеспечения в течение года.

Ключевые слова: индекс теплового комфорта, естественная освещенность, инсоляция, параметрическое проектирование, визуальное программирование.

Для цитирования: Петров А.С. Оценка длительности комфорта в помещении методом компьютерного моделирования // *Жилищное строительство*. 2023. № 8. С. 43–52.

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-43-52>

A.S. PETROV, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Architecture, Russia, (ruarty@mail.ru);
Kazan State University of Architecture and Civil Engineering (1, Zelenaya Street, Kazan, 420043, Russian Federation)

Evaluation of the Duration of Indoor Comfort by Computer Simulation

According to Federal Law No. 384 «Technical Regulations on the Safety of Buildings and Structures», buildings are subject to requirements for insolation and sun protection, lighting, noise protection, indoor microclimate, etc. An analysis of the existing standard methods for calculating the corresponding positions made it possible to establish that these requirements are achieved without checking their mutual influence in the annual operation cycle. At the moment, there is no calculated indicator in the regulatory literature that summarizes the listed requirements in the form of a single final level of comfort in building premises. The study presents full-scale measurements of the microclimate parameters of a public building during the year, which made it possible to establish the characteristic periods of discomfort, their duration and causes. The results of the field study are compared with the calculated values obtained by computer simulation. It is shown that the use of the modeling method based on visual programming makes it possible to predict the duration of discomfort in the room and their periods in the annual cycle of operation, depending on the structural, thermal engineering, space-planning and other parameters of the building, as well as the climate of the construction region. It was found that thermal, light, insolation comfort is not constant throughout the year. The necessity of substantiating the comfort parameters through the duration of their provision during the year is revealed.

Keywords: thermal comfort index, daylight factor, insolation, parametric design, visual programming

For citation: Petrov A.S. Evaluation of the duration of indoor comfort by computer simulation. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2023. No. 8, pp. 43–52. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-43-52>

Согласно Федеральному закону № 384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (ст. 20–29) к зданиям предъявляются требования по инсоляции и солнцезащите, освещению, защите от шума, микроклимату помещений и т. д. Данные требования можно отнести к показателям

комфорта в помещениях зданий различного назначения. На текущий момент на этапе проектирования ряд объемно-планировочных и конструктивных решений зданий продиктован нормами показателей комфорта. Так, например, при обеспечении теплозащиты здания параметры ограждающих конструкций



Рис. 1. Положение помещения в существующей застройке
Fig. 1. The position of the premises in the existing building

(сопротивление теплопередаче) подбираются с учетом оптимальной (комфортной) температуры воздуха внутри помещения согласно ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях». Параметры окон ограждающих конструкций подбираются на основе оптимальных уровней освещенности помещения для выполнения комфортной зрительной работы (СП 52.13330), их звукоизоляционных характеристик для обеспечения защиты от шума (СП 51.13330) и т. п. Отдельно рассматривается инсоляция помещения согласно СанПиН 2.2.1/2.1.11076-01, оказывающая оздоравливающее влияние на среду обитания человека, что также диктует ориентацию здания по сторонам света и конструктивные особенности светопрозрачных элементов.

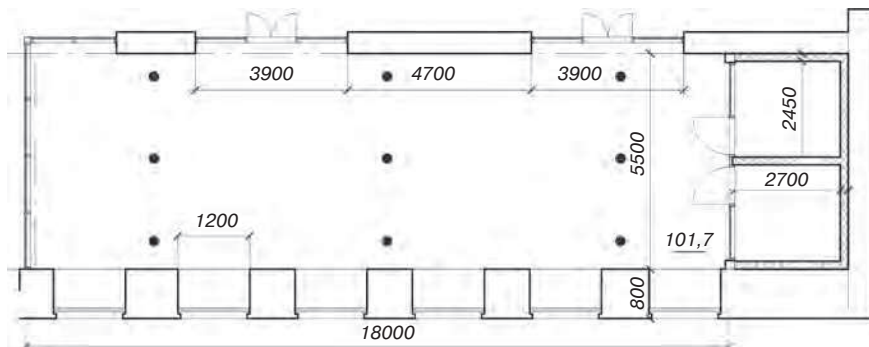
Однако опыт проектирования показывает, что даже при выполнении требований по указанным нормативным документам комфортные условия не будут выполняться в течение всего годового цикла эксплуатации. Согласно большому числу натурных исследований в отечественной [1, 2] и международной практике в течение года неизбежно возникают периоды теплового дискомфорта [3–10], периоды недостаточной естественной освещенности [13–15], недостаточной инсоляции [15, 17] и т. п. Подразумевается, что тепловой комфорт будет достигнут за счет систем жизнеобеспечения, однако системы кондиционирования воздуха крайне неэкономичны, а в переходные и теплые периоды года уровень комфорта без их применения не проверяется расчетом и продиктован архитектурно-конструктивными решениями. Расчет времени использования

естественного освещения в помещениях согласно СП 367.1325800 ведется только с позиций технико-экономического обоснования, но не с позиций нужд человека. Критика действующих норм инсоляции сводится к отсутствию нормирования требуемой дозы облучения и неучету конструкций стеклопакетов в стандартном методе расчета, что сводит действующие нормы лишь к административному регулированию плотности застройки.

Таким образом, длительность комфорта и дискомфорта в помещениях в течение года не проверяется расчетным путем и не нормируется согласно действующей нормативной литературе. Действующие нормы проектирования гарантируют защиту человека от негативных факторов, но не гарантируют необходимого уровня комфорта в годовом цикле эксплуатации.

Прогнозирование комфорта и дискомфорта в помещениях зданий по указанным выше требованиям стало доступным благодаря широким возможностям компьютерного моделирования. На текущий момент наиболее развитыми средствами для решения подобных задач являются программные алгоритмы с открытым кодом, таким как Radiance, EnergyPlus/OpenStudio, Therm/Window, OpenFOAM и др. [17]. За последние годы было опубликовано множество работ в области прогнозирования энергетических параметров здания, микроклимата помещений, естественной освещенности и других параметров помещения методом компьютерного моделирования [18–29]. При этом многие из исследований [18, 22, 27–29] показывают необходимость сопоставления получаемых расчетных величин с результатами натурных измерений, указывая на наличие погрешности результатов.

В итоге на текущий момент нерешенным является следующий вопрос: в нормативной литературе отсутствует обоснование и требование к длительности комфортных и дискомфортных условий в помещениях в годовом цикле эксплуатации.



● – беспроводные датчики-регистраторы температуры и влажности воздуха

Рис. 2. План исследуемого учебного помещения
Fig. 2. Plan of the studied educational premises



Рис. 3. Фотофиксация системы мониторинга микроклимата помещения

Fig. 3. Photo fixation of the room microclimate monitoring system

Задачами настоящего исследования являются:

- проведение натурных измерений тепловых, световых и инсоляционных параметров микроклимата помещения в течение года;
- компьютерное моделирование исследуемого помещения с целью расчета параметров микроклимата помещения в течение годового цикла эксплуатации;
- сопоставление результатов натурных измерений с расчетными величинами, полученных методом компьютерного моделирования, с целью анализа длительности комфортных и дискомфортных условий в помещениях в годовом цикле эксплуатации.

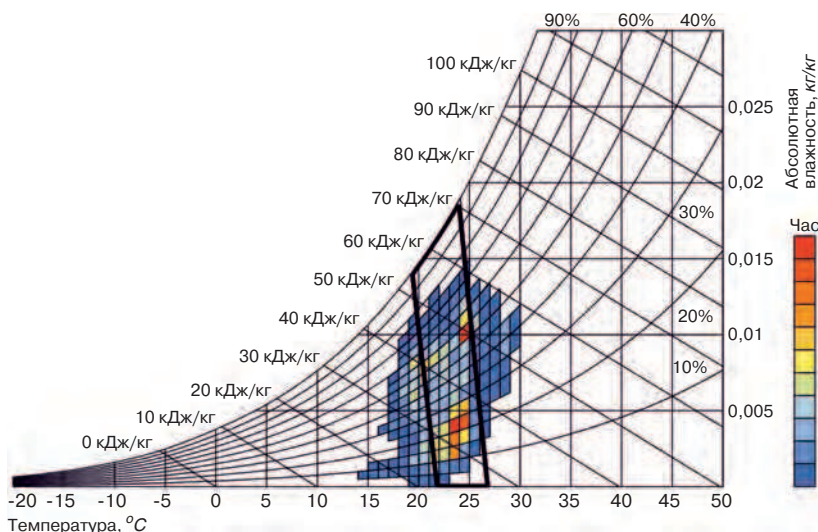


Рис. 4. Психрометрическая диаграмма длительности теплового комфорта в исследуемом помещении, полученная по натурным измерениям в течение года. Черным полигоном отмечена зона комфорта

Fig. 4. Psychrometric diagram of the duration of thermal comfort in the study room, obtained from field measurements during the year. The black polygon marks the comfort zone

Метод экспериментального исследования

Для экспериментального исследования было выбрано эксплуатируемое учебное помещение на первом этаже учебного корпуса в г. Казани. Расположение помещения в существующей застройке и его ориентация по сторонам света показаны на рис. 1. Окна помещения ориентированы на юго-восточную сторону.

План исследуемого помещения с указанием основных размеров указан на рис. 2. С целью мониторинга, регистрации, контроля и анализа параметров микроклимата помещения использовались беспроводные автономные регистраторы температуры и относительной влажности с возможностью проведения температурного картирования. Система мониторинга представляет собой размещенные в обслуживаемой зоне помещения датчики микроклимата, согласно ГОСТ 30494–2011 на высотах 0,1; 1,1 и 1,7 м от уровня пола. Таким образом, в помещении использовалось 27 датчиков, закрепленных на вертикальных стойках в точках, которые указаны на рис. 2.

Внешний вид датчиков и их положение по высоте также можно видеть на фотофиксации помещения (рис. 3). Режим регистрации данных представляет собой цикличную передачу информации с регистраторов по беспроводному каналу связи (Bluetooth Long Range) на сервер компьютера. С помощью программного обеспечения был задан интервал регистрации температуры и влажности воздуха – каждые 5 мин.

Условия испытания в течение года были естественными, т. е. без вмешательства в процесс эксплуатации помещения оператором эксперимента. Так, в течение

года в помещении посетители могли свободно перемещаться, открывать форточки, а количество людей в помещении зависело от фактического числа учащихся. Результаты измерений контролировались на протяжении года с визуальным отображением температурной и влажностной карты.

Для определения уровней теплового комфорта в помещении использовался наиболее точный на текущий момент общепризнанный метод Фангера по ГОСТ Р ИСО 7730–2009. Так, для каждого часа года были усреднены температура и влажность воздуха исследуемого помещения и представлены на психрометрической диаграмме комфорта.

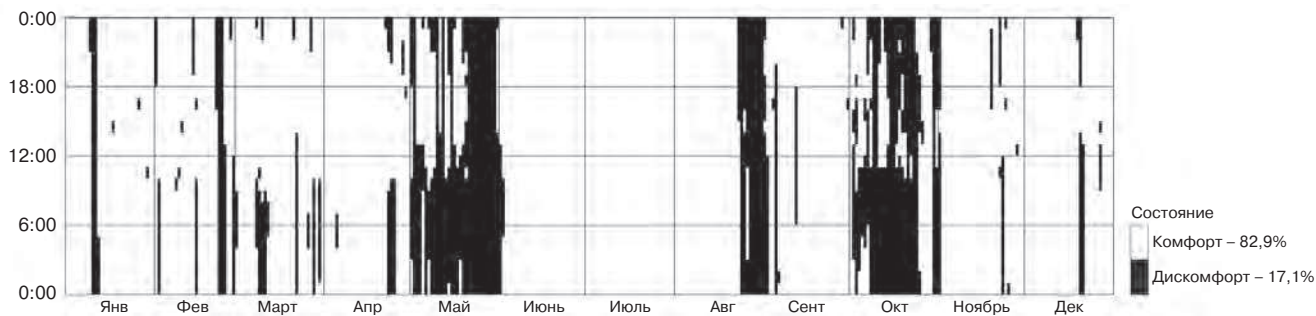


Рис. 5. Периоды теплового комфорта и дискомфорта в течение года в учебном помещении, по экспериментальным данным
Fig. 5. Periods of thermal comfort and discomfort during the year in the classroom, according to experimental data

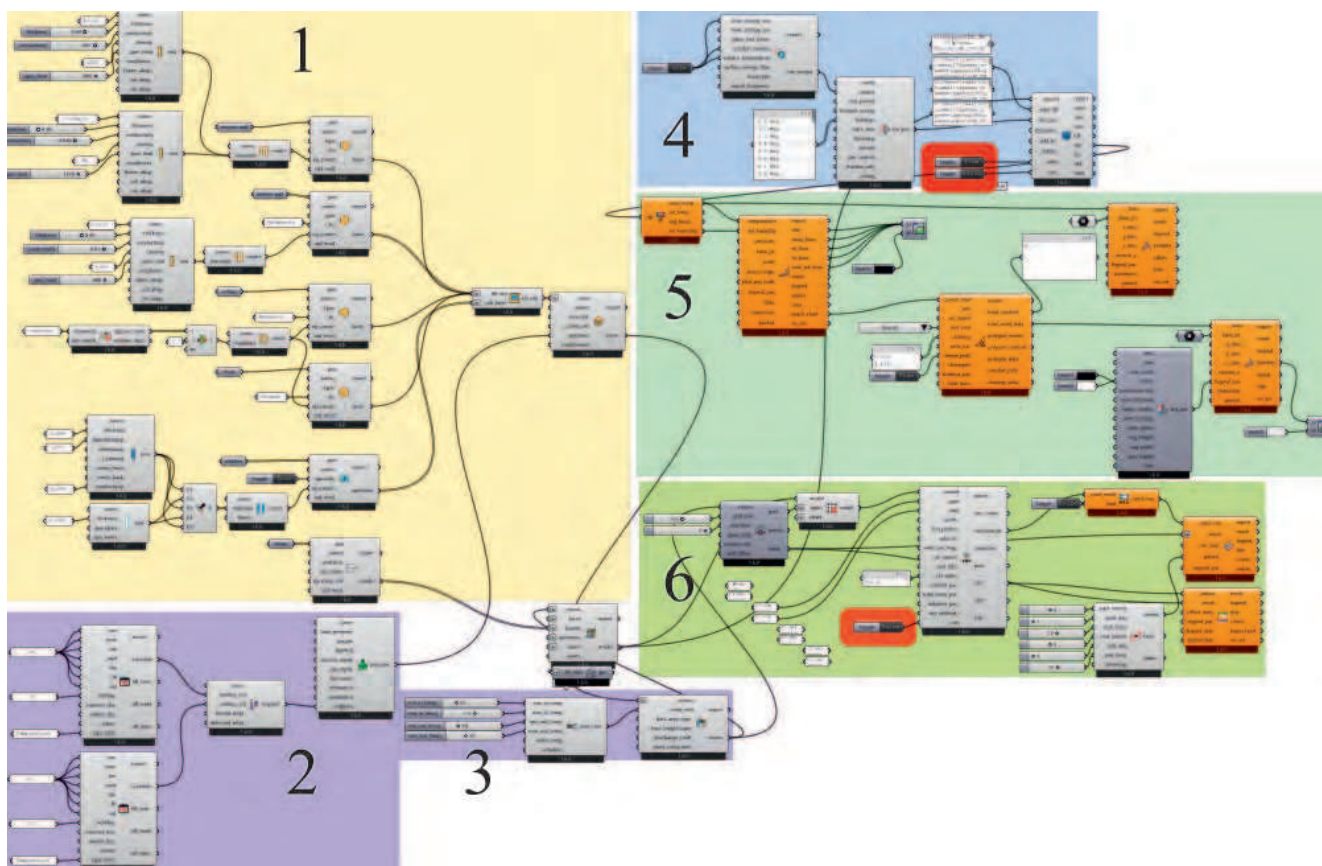


Рис. 6. Алгоритм для решения задач теплового комфорта исследуемого помещения в среде Rhinoceros/grasshopper
Fig. 6. Algorithm for solving the problems of thermal comfort of the studied room in the Rhinoceros/grasshopper environment

Результаты экспериментального исследования микроклимата помещения

Психрометрическая диаграмма комфорта представляет собой совмещенные шкалы температуры и относительной влажности воздуха, а также зоны комфорта, изображенной в виде полигона. Таким образом, внутри полигона лежат все комфортные часы года, а вне полигона – дискомфортные, рис. 4.

В итоге длительность теплового комфорта, по экспериментальным данным, оказалась равной около 7260 ч, или 82% времени в году. Представление измеренных данных во временной шкале позволяет выявить периоды комфорта и дискомфорта в течение

года. На рис. 5 показан годовой график теплового комфорта, где по оси абсцисс отложены часы года, по оси ординат – часы суток, а черным и белым цветом указаны соответственно тепловой дискомфорт и комфорт.

По графику можно выделить три наиболее продолжительных периода дискомфорта для данного помещения. Ими оказались переходные периоды после отключения отопления (май) и перед включением отопления (октябрь), а также вторая половина августа. Анализ причин дискомфорта показал, что в переходные периоды температура воздуха в помещении оказалась пониженной и лежала в интервале от

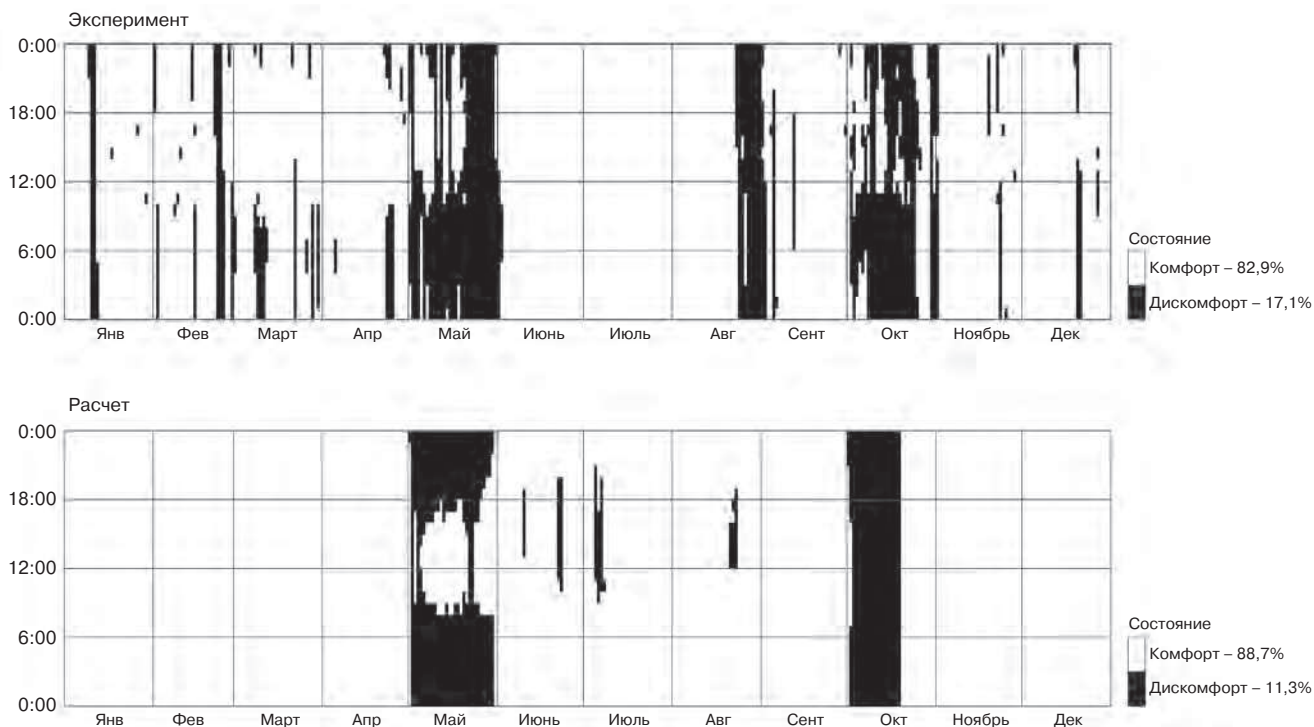


Рис. 7. Тепловой комфорт в течение года по экспериментальным и расчетным данным
Fig. 7. Thermal comfort during the year according to experimental and calculated data

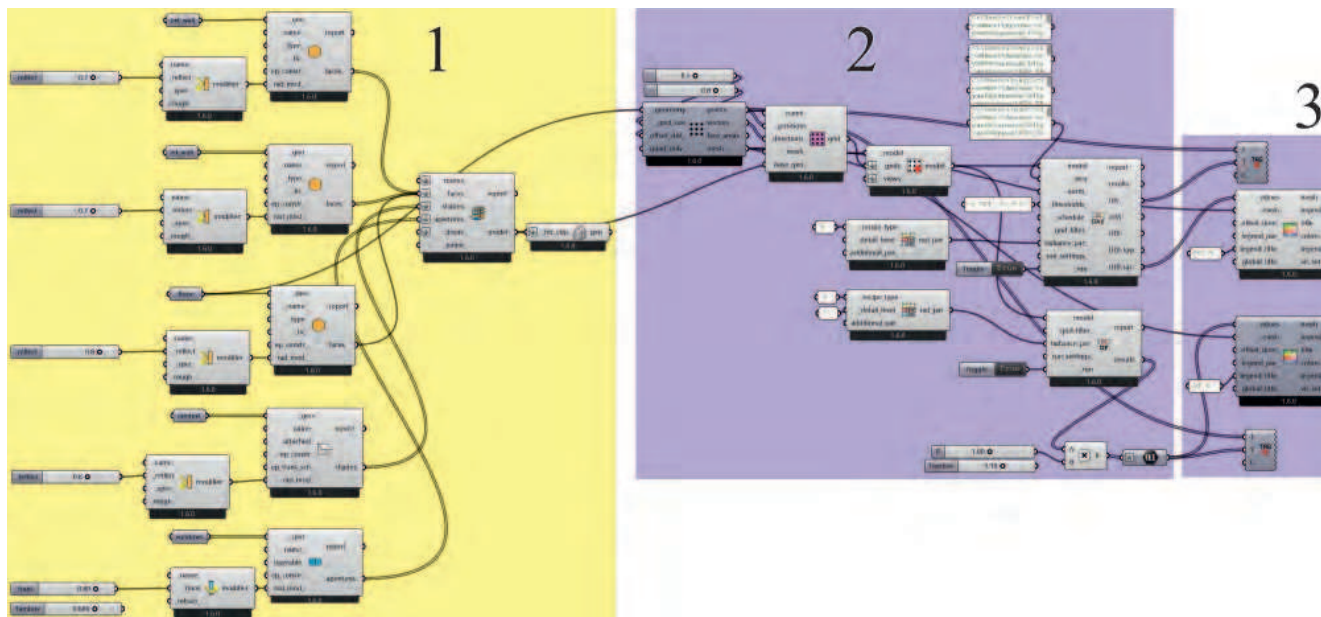


Рис. 8. Алгоритм для решения задач естественной освещенности исследуемого помещения в среде Rhinoceros/grasshopper
Fig. 8. Algorithm for solving the problems of natural illumination of the studied room in the Rhinoceros/grasshopper environment

16 до 20°C при относительной влажности воздуха 40–70%. Вторая половина августа являлась периодом перегрева, когда температура воздуха в помещении находилась в интервале от 25 до 29°C при относительной влажности 35–55%. Полученные экспериментальные результаты позволяют проверить точность расчетных величин, получаемых методом компьютерного моделирования.

Метод компьютерного моделирования параметров микроклимата помещения

Для решения задач моделирования и симуляции энергетических параметров здания, микроклимата, освещенности и инсоляции применялся следующий пакет программ: Rhinoceros – создание трехмерной модели помещения; Grasshopper/Ladybug Tools – интерфейс визуального программирования и анализа

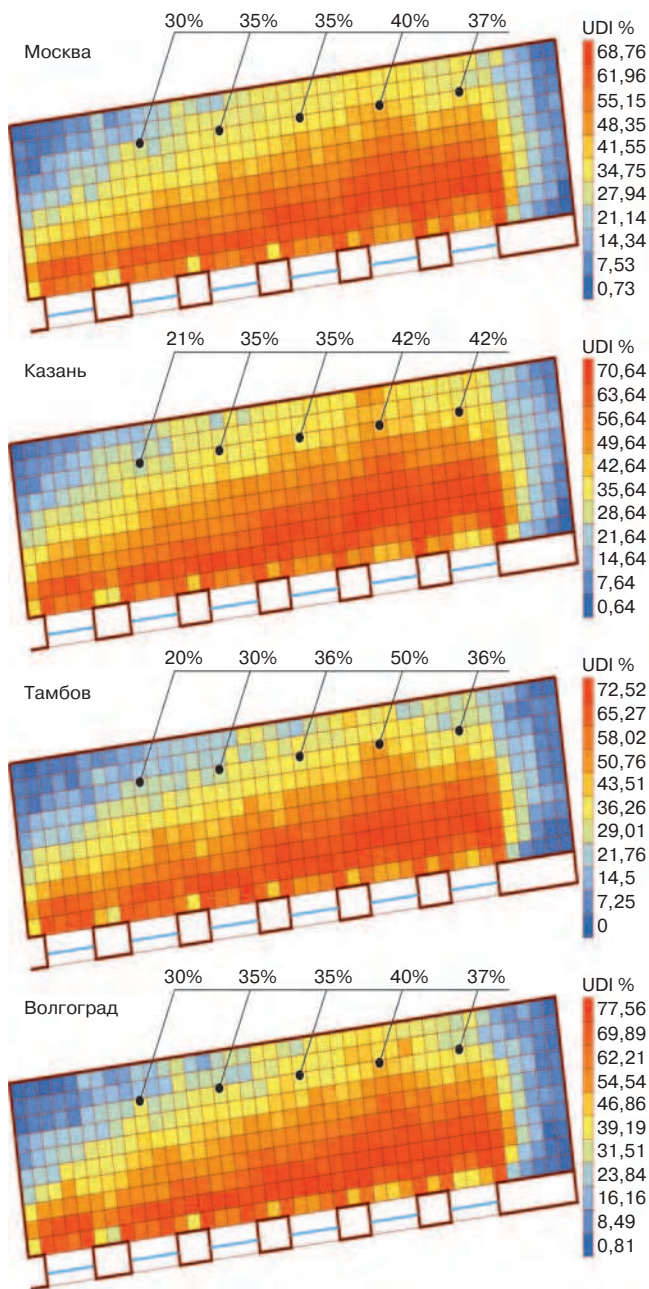


Рис. 9. Длительность естественной освещенности выше 400 лк на уровне рабочей поверхности
Fig. 9. Duration of natural light above 400 lux at the level of the working surface

результатов; OpenStudio/EnergyPlus – решение теплофизических задач и теплового комфорта; Radiance – решение задач освещенности и инсоляции.

Для решения задачи теплового комфорта был собран алгоритм, состоящий из шести основных блоков, представленных на рис. 6. В первом блоке заданы конструктивные элементы помещения с назначением теплотехнических характеристик и затеняющих элементов окружающей застройки. Во втором блоке заданы календарные периоды включения и отключения отопления. В третьем блоке заданы параметры открывания форточек людьми при усло-

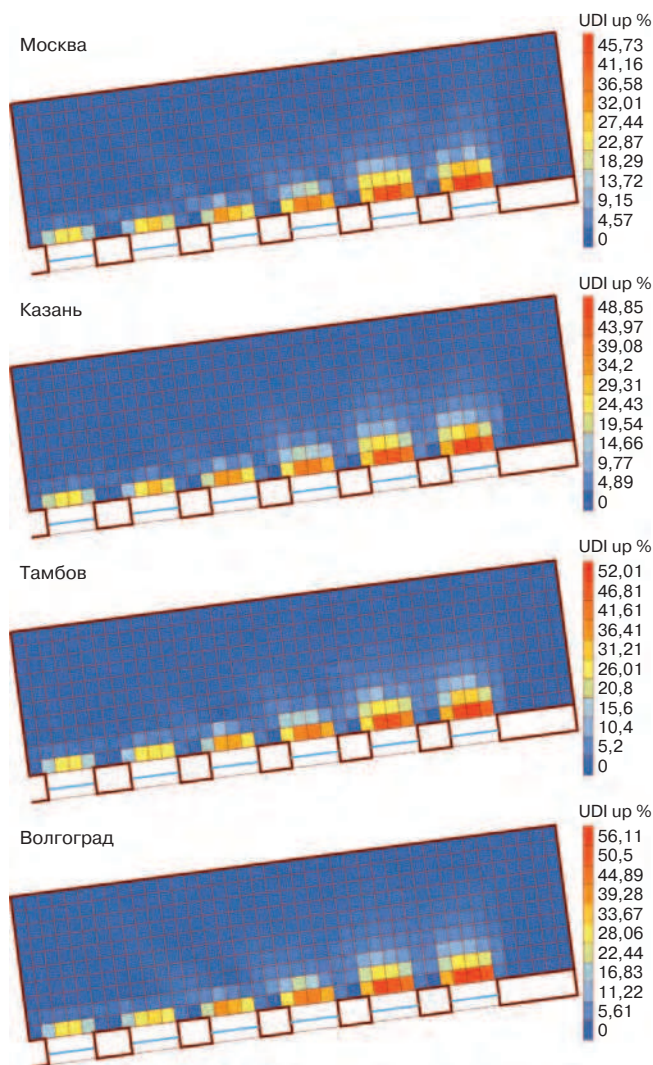


Рис. 10. Длительность естественной освещенности выше 3000 лк на уровне рабочей поверхности
Fig. 10. The duration of natural light above 3000 lux at the level of the working surface

вии, если температура воздуха в помещении выше оптимальных величин. Алгоритм открывания окон основан на исследованиях адаптивного теплового комфорта, который был апробирован натурными исследованиями в здании природного центра Schlitiz Audubon (США, Висконсин) [18, 30]. Четвертый блок является основным решателем симуляции, основанным на алгоритме OpenStudio, где задаются климатические данные для исследуемого региона. Пятый и шестой блоки являются графическим представлением полученных результатов в форме диаграмм и картограмм. В пятом и шестом блоках также задаются уровни метаболизма посетителей в зависимости от рода деятельности и теплозащитные характеристики одежды. Основная деятельность посетителей задана в соответствии с реальными условиями, а именно положение сидя, что соответствует уровню метаболизма 1.1 MET. Теплозащита одежды в интервале

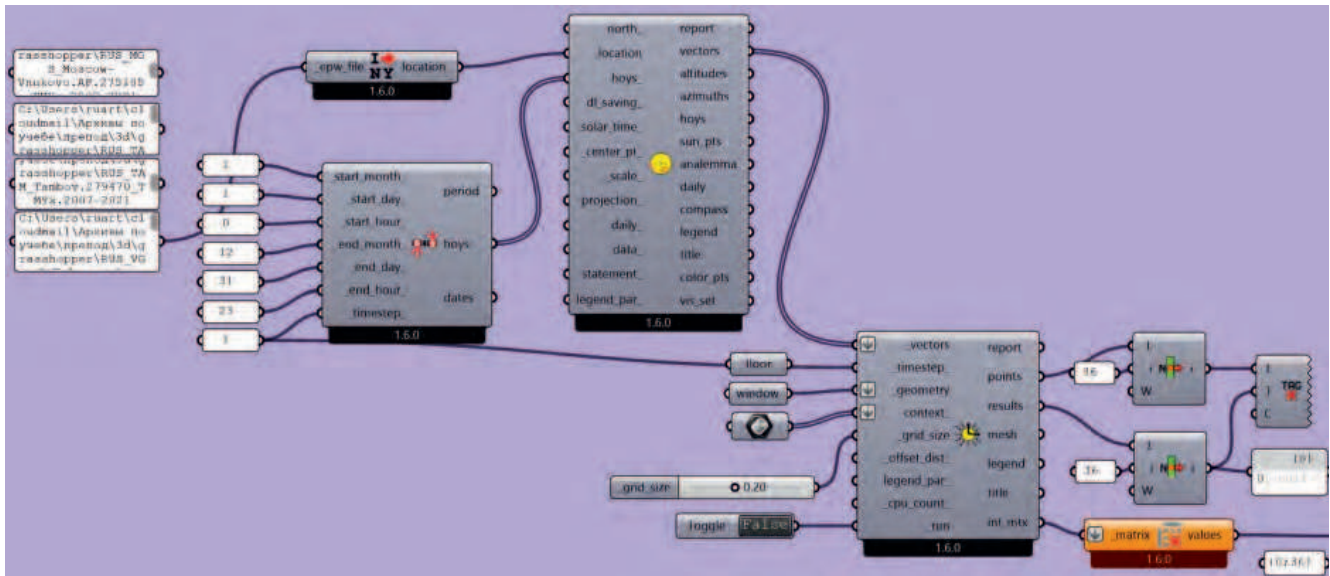


Рис. 11. Алгоритм для решения задач инсоляции исследуемого помещения в среде Rhinoceros/grasshopper
Fig. 11. Algorithm for solving the problems of insolation of the studied room in the Rhinoceros/grasshopper environment

0.6–1.1 CLO, что соответствует широкому диапазону формы одежды, от легкой до утепленной офисной. Таким образом, целью моделирования являлось максимальное соответствие реальному режиму эксплуатации помещения с широкими возможностями людей к тепловой адаптации.

Суть расчета теплового комфорта базируется на расчете теплового баланса на каждый час года. Так, для каждого часа года определяются температура поверхностей помещения, температура и влажность внутреннего воздуха и радиационная температура. Затем для каждого часа года по величине радиационной температуры и относительной влажности воздуха по методу ГОСТ Р ИСО 7730 определяется уровень теплового комфорта.

Результаты компьютерного моделирования теплового комфорта

Расчетные величины представлены во временной шкале и сопоставлены с экспериментальными данными (рис. 7). Можно видеть, что результаты компьютерного моделирования позволили верно установить основные периоды дискомфорта в переходные периоды года (май и октябрь). Дни перегрева, согласно расчетным значениям, кратковременны. Дни дискомфорта в холодный период года полностью отсутствуют. Связано это с тем, что в алгоритм расчета заложен упрощенный принцип работы системы отопления, который автоматически регулирует мощность системы для достижения комфортных уровней температуры воздуха.

Отсутствие же значительных расчетных периодов перегрева связано с тем, что в качестве климатических исходных данных в расчете используются

среднестатистические данные температуры и влажности наружного воздуха, а не среднемаксимальные. Несмотря на указанные недостатки, видно, что компьютерное моделирование в целом сопоставимо с натурными измерениями, это позволяет проводить дальнейший анализ уровня комфорта в годовом цикле эксплуатации.

Результаты компьютерного моделирования освещенности и инсоляции

Для решения задачи естественной освещенности был собран алгоритм, состоящий из трех основных блоков, представленных на рис. 8.

В первом блоке заданы основные оптические свойства материалов как коэффициент отражения поверхностей интерьера и общий коэффициент светопропускания стеклопакета. Также заданы затеняющие элементы окружающей застройки. Второй блок является основным решателем симуляции освещения, который основан на алгоритме трассировки лучей radiance. В данном блоке задаются светоклиматические параметры региона, а также параметры допустимых и недопустимых уровней освещенности в люксах. Для учебного помещения, согласно СП 52.13330, минимальными значениями КЕО является уровень 1,2% и 400 лк освещенности рабочей поверхности. Третий блок является графическим представлением полученных результатов в форме картограмм освещенности. Таким образом, для исследуемого помещения была определена длительность естественной освещенности на уровне рабочей поверхности за год с уровнем освещенности не менее 400 лк. Длительность освещенности была определена на примере первого и

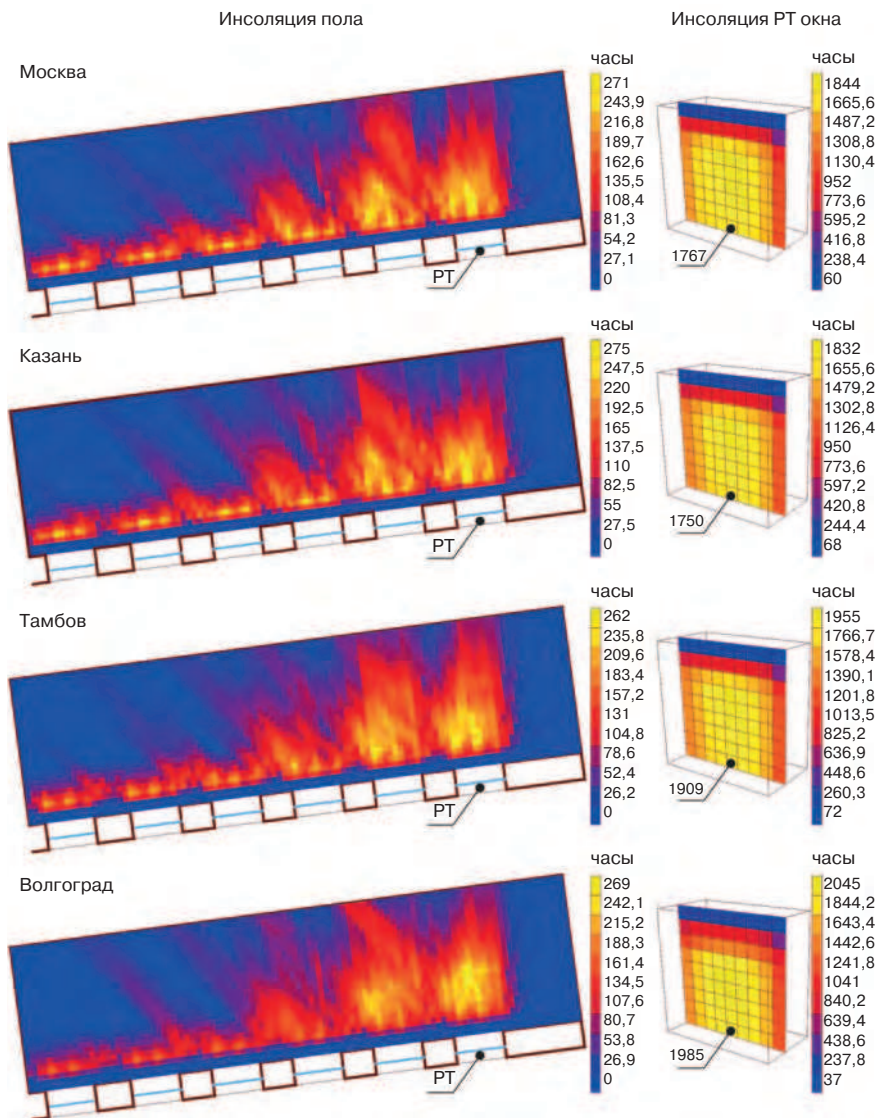


Рис. 12. Длительность инсоляции в течение года в расчетной точке согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 по окну помещения и длительность инсоляции пола помещения
Fig. 12. The duration of insolation during the year at the calculated point according to SanPiN 2.2.1/2.1.1.1076-01 for the window of the room and the duration of insolation of the floor of the room

второго административных районов по обеспеченности естественным светом на примере городов Москвы, Казани, Тамбова и Волгограда. Коэффициенты естественной освещенности помещения одинаковы для всех рассматриваемых случаев. Для достижения одинаковых величин КЕО для различных светоклиматических районов (Москва–Волгоград) были подобраны соответствующие коэффициенты общего светопропускания стеклопакетов. Так, для Москвы и Казани он равен 0,78, а для Тамбова и Волгограда – 0,68.

На цветовой карте показаны длительности естественной освещенности в различных точках помещения, выраженных в процентах времени от года (рис. 9). Можно видеть, что для рассмотренных городов длительность годовой естественной освещенности в расчетных точках оказалась сопоставима и в

среднем лежит в интервале от 30 до 40% времени в году.

Если рассмотреть световой дискомфорт в году, а именно уровни освещенности, превышающие 3000 лк, то видно, что он формируется вблизи окон (рис. 10). Для Волгограда длительность светового дискомфорта оказалась наибольшей и составляет 56% времени в году, в то время как для Москвы – 46%. Таким образом, длительность светового дискомфорта может существенно отличаться при обеспечении требуемого КЕО согласно действующим нормам.

Для исследуемого помещения с учетом противостоящей застройки была определена годовая длительность инсоляции с использованием алгоритма на рис. 11, где задавались координаты региона и даты расчета. При этом расчетная точка определялась согласно СанПиНу 2.2.1/2.1.1.1076-01, по окну помещения. Результаты расчета показаны на рис. 12. Можно видеть, что длительность инсоляции расчетной точки по окну наибольшая в Волгограде и составляет 1985 ч. Также был выполнен расчет длительности инсоляции пола помещения (рис. 12). Можно видеть, что максимальная длительность инсоляции пола оказалась в семь раз меньше

инсоляции окна. При этом по результатам расчета видно, что длительность инсоляции пола вблизи окон отличается между городами. Так, для Москвы и Казани длительность инсоляции участков пола у окон находится в интервале от 80 до 270 ч, в то время как в Волгограде от 50 до 180 ч в году. Тамбов по длительности инсоляции этих участков занимает промежуточное положение. Таким образом видно, что действующие нормы инсоляции не отражают действительную длительность облучения самого помещения, а показывают, как долго будет облучаться окно. По результатам длительности инсоляции окна, можно было бы ошибочно предположить, что помещение в Волгограде облучается значительно дольше, чем в других исследуемых городах. Однако можно видеть, что длительность облучения помещения для города Волгограда оказалась наименьшей.

Выводы

Сопоставление годовых натуральных измерений параметров микроклимата помещения с расчетными позволяет говорить об их сходимости. При этом важно отметить, что если теплотехнические характеристики конструкций фиксированы на протяжении года, то такие параметры, как климатические данные и адаптивное поведение людей, могут быть изменчивы, а потому являются ключевыми для объективного прогнозирования теплового комфорта.

Получено, что тепловой, световой, инсоляционный комфорт непостоянен в течение года.

Выявлена необходимость обоснования параметров комфорта через длительность их обеспечения в течение года.

Список литературы / References

- Осипова Е.В., Айдарова Г.Н., Куприянов В.Н., Мирсяпов И.Т. Принципы организации жилой архитектурной среды в условиях постпандемийных изменений // *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета*. 2023. № 1 (63). С. 61–72. DOI: 10.52409/20731523_2023_1_61.
- Osipova E.V., Aidarova G.N., Kupriyanov V.N., Mirsayapov I.T. Principles of organizing a residential architectural environment in the context of post-pandemic changes. *Izvestiya of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering*. 2023. No. 1 (63), pp. 61–72. (In Russian). DOI: 10.52409/20731523_2023_1_61.
- Куприянов В.Н. Приращение температуры воздуха в помещении при воздействии солнечной радиации через световой проем // *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета*. 2022. № 4 (62). С. 6–17. DOI: 10.52409/20731523_2022_4_6.
- Kupriyanov V.N. Increment of air temperature in the room under the influence of solar radiation through the light aperture. *Izvestiya of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering*. 2022. No. 4 (62), pp. 6–17. (In Russian). DOI: 10.52409/20731523_2022_4_6.
- Shengkai Zhao, Liu Yang, Siru Gao, Yongchao Zhai. Field study on human thermal comfort and indoor air quality in university dormitory buildings. *E3S Web Conf.* 356 03015 (2022) DOI: 10.1051/e3s-conf/202235603015.
- Pablo Aparicio-Ruiz, Elena Barbadilla-Martín, José Guadix, Jesús Muñuzuri, A field study on adaptive thermal comfort in Spanish primary classrooms during summer season. *Building and Environment*. 2021. Vol. 203. 108089. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108089>.
- Valeria De Giuli, Roberto Zecchin, Livio Corain, Luigi Salmaso, Measured and perceived environmental comfort: Field monitoring in an Italian school. *Applied Ergonomics*. Vol. 45. Iss. 4. 2014, pp. 1035–1047. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.01.004>.
- Bin Yang, Thomas Olofsson, Faming Wang, Weizhuo Lu, Thermal comfort in primary school classrooms: A case study under subarctic climate area of Sweden. *Building and Environment*. 2018. Vol. 135, pp. 237–245. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.03.019>.
- Jindal A. Thermal comfort study in naturally ventilated school classrooms in composite climate of India. *Build. Environ.* No. 142 (2018), pp. 34–46. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.05.051>.
- Петров А.С., Забирова А.И. К вопросу обеспеченности уровня теплового комфорта в жилых квартирах с учетом индексов PMV и PPD // *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета*. 2019. № 3 (49). С. 139–146.
- Petrov A.S., Zabirowa A.I. On the issue of providing the level of thermal comfort in residential apartments, taking into account the PMV and PPD indices. *Izvestiya of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering*. 2019. No. 3(49), pp. 139–146. (In Russian).
- Зарецкая М.А. Псаров С.А., Шумилин Е.В. Тепловой комфорт в помещении при использовании различных светопрозрачных конструкций и отопительных приборов // *Ученые заметки ТОГУ*. 2013. Т. 4. № 4. С. 1586–1590.
- Zaretskaya M.A. Psarov S.A., Shumilin E.V. Thermal comfort in the room when using various translucent structures and heating devices. *Uchenye zametki TOGU*. 2013. Vol. 4. No. 4, pp. 1586–1590. (In Russian).
- Мора Р., Метайер М. Тепловой комфорт в учреждениях здравоохранения // *Энергосбережение*. 2022. № 8. С. 48–55.
- Mora R., Metaier M. Thermal comfort in healthcare facilities. *Energoberezhenie*. 2022. No. 8, pp. 48–55. (In Russian).
- De Dear R., Kim J., Candido C., Deuble M. Adaptive thermal comfort in Australian school classrooms. *Build. Res. Inf.* 2015. No. 43, pp. 383–398. <https://doi.org/10.1080/09613218.2015.991627>.
- Barbadilla-Martín E., Salmeron J.M., Liss'en, Guadix Martín J., Aparicio-Ruiz P., Brotas L., Field study on adaptive thermal comfort in mixed mode office buildings in southwestern area of Spain. *Build. Environ.* 2017. No. 123. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.06.042>.
- Логадырь С.П. Оценка освещенности учебных помещений на соответствие требуемым нормам // *Научно-практические исследования*. 2020. № 3–4 (26). С. 21–23.

13. Logadyr' S.P. Evaluation of the illumination of educational premises for compliance with the required standards. *Nauchno-prakticheskie issledovaniya*. 2020. No. 3–4 (26), pp. 21–23. (In Russian).
14. Муравьева Н.А., Соловьев А.К., Шмаров И.А. Актуальные проблемы естественного освещения зданий и пути их решения // *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. 2018. № 3 (375). С. 174–184.
14. Murav'eva N.A., Solov'ev A.K., Shmarov I.A. Actual problems of natural lighting in buildings and ways to solve them. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti*. 2018. No. 3 (375), pp. 174–184. (In Russian).
15. Стебллий Н.Н., Акименко В.Я. К вопросу поиска путей компенсации недостатка инсоляции и естественной освещенности жилых помещений. *Здоровье и окружающая среда: Сборник материалов международной научно-практической конференции*. Минск, 15–16 ноября 2018 г. Т. 2. С. 117–120.
15. Steblii N.N., Akimenko V.Ya. To the question of finding ways to compensate for the lack of insolation and natural light in residential premises. *Health and environment: collection of materials of the international scientific and practical conference*. Minsk, 2018. Vol. 2, pp. 117–120. (In Russian).
16. Земцов В.А., Коркина Е.В., Шмаров И.А., Земцов В.В. Влияние фасадных элементов на инсоляционный режим помещений гражданских зданий // *Жилищное строительство*. 2019. № 6. С. 16–23. DOI: 10.31659/0044-4472-2019-6-16-23.
16. Zemtsov V.A., Korkina E.V., Shmarov I.A., Zemtsov V.V. Influence of facade elements on the insolation regime of premises of civil buildings. *Zhiliishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2019. No. 6. pp. 16–23. (In Russian). DOI 10.31659/0044-4472-2019-6-16-23.
17. Pan Yiqun, Zhu Mingya, Lyu Yan, Yang Yikun, Liang Yumin, Yin Ruxin, Yang Yiting, Jia Xiaoyu, Zeng Fei, Huang Seng, Hou Danlin, Xu Lei, Yin Rongxin, Yuan Xiaolei. Building energy simulation and its application for building performance optimization: A review of methods, tools, and case studies. *Advances in Applied Energy*. 2023. No. 10. 100135. 10.1016/j.apenergy.2023.100135.
18. Ganji Hoda, Utzinger Dennis, Bradley David. Create and validate hybrid ventilation components in simulation using grasshopper and python in rhinoceros. *Conference: Building Simulation*. 2019. 10.26868/25222708.2019.211292.
19. Bre F., Fachinotti V.D. A computational multi-objective optimization method to improve energy efficiency and thermal comfort in dwellings. *Energy Build*. 2017. No. 154, pp. 283–94. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.08.002>.
20. Vera S., Uribe D., Bustamante W. et al. Optimization of a fixed exterior complex fenestration system considering visual comfort and energy performance criteria. *Building and Environment*. 2017. No. 113, pp. 163–74.
21. Gercek M., Durmuş Arsan Z. Energy and environmental performance based decision support process for early design stages of residential buildings under climate change. *Sustain Cities Soc*. 2019. No. 48. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101580>.
22. Yao J., Zhong J., Yang N. Indoor air quality test and air distribution CFD simulation in hospital consulting room. *Int J Low-Carbon Technol*. 2022. No. 17, pp. 33–7. <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctab084>.
23. Nocera F., Faro A. Lo, Costanzo V., Raciti C. Daylight performance of classrooms in a mediterranean school heritage building. *Sustain*. 2018. No. 10. <https://doi.org/10.3390/su10103705>.
24. Futrell B.J., Ozelkan E.C., Brentrup D. Bi-objective optimization of building enclosure design for thermal and lighting performance. *Build Environ*. 2015. No. 92: 591–602. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.03.039>.
25. Lu S., Lin B., Wang C. Investigation on the potential of improving daylight efficiency of office buildings by curved facade optimization. *Build Simul*. 2020. No. 13, pp. 287–303. <https://doi.org/10.1007/s12273-019-0586-5>.
26. Chen Y., Guo M., Chen Z., Chen Z., Ji Y. Physical energy and data-driven models in building energy prediction: A review. *Energy Reports*. 2022. No. 8, pp. 2656–71. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.01.162>.
27. O'Brien W., Carlucci S., Hong T., Sonta A., Kim J. Simulation-aided occupant-centric building design: A critical review of tools, methods, and applications. *Energy Build*. 2020. No. 224. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110292>.
28. Lien S.K., Sandberg N.H., Lindberg K.B., Rosenberg E., Seljom P., Sartori I. Comparing model projections with reality: Experiences from modelling building stock energy use in Norway. *Energy Build*. 2022. No. 268. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112186>.
29. Mohammadizi R., Copeland S., Bilec M.M. Urban building energy model: Database development, validation, and application for commercial building stock. *Energy Build*. 2021. No. 248. 111175. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111175>.
30. Rijal Hom, Humphreys Michael, Nicol Fergus. Development of a window opening algorithm based on adaptive thermal comfort to predict occupant behavior in Japanese dwellings. *Japan Architectural Review*. 2018. No. 1. 10.1002/2475-8876.12043.

А. Ю. САРЫЧЕВ, старший продукт-менеджер Восточной сбытовой дирекции (info-irk@knauf.ru)

Филиал ООО «КНАУФ ГИПС» (664007, г. Иркутск, ул. Фридриха Энгельса, 17)

Какими должны быть внутренние ограждающие конструкции в современном доме?

Задача внутренних ограждающих конструкций – разделение пространства внутри здания на отдельные объемы и создание комфортных условий для проживания. При выборе материалов заказчики учитывают их функциональность и экологичность, а также эстетичность и соответствие общей концепции современного дома.

Одними из самых актуальных решений являются каркасно-обшивные конструкции на металлическом каркасе, который обшивается гипсокартонными или гипсоволокнистыми листами. Такие конструкции позволяют быстро и эффективно создавать различные помещения внутри квартиры или дома с требуемыми показателями звукоизоляции и прочности. Возведение межкомнатных перегородок внутри квартир по технологии сухого строительства в настоящее время в России являются популярным и востребованным.

Преимущества каркасно-обшивных конструкций

Популярность каркасно-обшивных конструкций в жилищном строительстве связана с рядом преимуществ, которые они предоставляют застройщикам, инвесторам и жильцам.

Прежде всего, такие конструкции в сборе гораздо легче изготовленных из традиционных материалов. Элементы, из которых они собираются, занимают меньше места при транспортировке и складировании. Это позволяет снизить затраты на доставку и строительство.

Вторым преимуществом каркасно-обшивных конструкций является скорость монтажа, что значительно сокращает общее время строительства и ускоряет ввод в эксплуатацию объекта, а значит, увеличивает прибыль застройщика.

Каркасно-обшивные конструкции обладают более высокими показателями звуко- и теплоизоляции, чем традиционные стены из штучных материалов с актуальными для современного жилого строительства физическими параметрами. Такие перегородки имеют многослойную структуру, что препятствует передаче воздушного шума. Это особенно важно для комфорта жильцов и является конкурентным преимуществом объекта на рынке недвижимости, а значит, и востребованность такого жилья выше. По данным проведенных опросов, звукоизоляция – одна из важнейших характеристик для новоселов и собственников жилья, а каркасно-обшивные перегородки дают возможность подобрать конструкцию для максимального акустического комфорта.

Также каркасно-обшивные конструкции позволяют достичь большей гибкости в планировании помещений и создании нестандартных форм. Это помогает инвесторам возводить уникальные объекты недвижимости, которые могут привлечь больше потенциальных покупателей. При этом по желанию собственник объекта может легко демонтировать данные конструкции для перепланировки.

Стены на основе разных типов каркасно-обшивных конструкций отличаются конструктивными особенностями, техническими характеристиками и областью применения. Каждая система имеет свои особенности, поэтому при их выборе необходимо учитывать конкретные условия и требования.

Таким образом, каркасно-обшивные конструкции и технологии сухого строительства – более экономичное, быстрое, удобное и эффективное решение для застройщика и инвестора, чем традиционные стены из штучных материалов. В жилищном строительстве они позволяют обеспечить высокую звукоизоляцию, улучшить качество строительства и сократить его сроки.

Что предлагает КНАУФ?

В каталоге решений КНАУФ представлен широкий ассортимент ограждающих конструкций на основе каркасно-обшивных систем. В жилье преимущественно применяются системы с двухслойными обшивками на одинарном металлическом каркасе. Для достижения максимальных показателей прочности конструкции, высокой несущей способности, звукоизоляции КНАУФ рекомендует использовать в качестве обшивки гипсоволокнистые листы или гипсокартонные листы повышенной прочности «Сапфир» (ГСП-DFH3IR).



Данные листы выдерживают большие нагрузки, и на них можно навешивать тяжелые предметы. На два листа «Сапфир» через специальный дюбель можно повесить груз массой до 65 кг.

Нормативные показатели по индексу изоляции воздушного шума межкомнатных/межквартирных стен составляют 43–47/52 дБ. Так, согласно СП 51.13330.2011 (Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03–2003 (с Изменением № 1)), звукоизоляция между комнатами должна составлять 43 дБ, а между санузлом и комнатой – 47 дБ. Наиболее распространенные на рынке перегородки из штучных материалов не удовлетворяют этим требованиям, их показатели варьируются от 39 до 44 дБ, чего жильцам недостаточно. А если в стене установлены розетки, выключатели, то звукоизоляция дополнительно снижается, потери могут доходить до 7 дБ.

Звукоизоляция конструкции КНАУФ на профиле 50 мм с двухслойной обшивкой из обычного гипсокартона составляет 51 дБ; с листом КНАУФ-Сапфир – 55 дБ; с ГВЛ – 57 дБ. Дополнительно, применяя специальные инновационные материалы КНАУФ, можно устранить эффект эха – благодаря перфорированным акустическим плитам КНАУФ-Акустика, или добиться максимальной изоляции шума из соседних помещений в 78 дБ – со звукоизоляционными плитами КНАУФ-Сайлентборд.

Гипсовая строительная плита КНАУФ-Сайлентборд имеет самый высокий показатель по звукоизоляции и подавляет звук на разных частотах – низких, средних и высоких. А КНАУФ-Акустика с перфорированными плитами применяется там, где помещение требует хорошего звукопоглощения, например в домашних кинотеатрах или студиях.

Для повышения прочности и устойчивости к воздействию воды и влаги можно использовать влагостойкие

гипсоволокнистые листы, которые подходят для использования в таких помещениях, как ванные комнаты и кухни.

Некоторые физико-технические характеристики каркасно-обшивных конструкций КНАУФ представлены в таблице.

Физико-технические характеристики зависят от выбранной системы и ее компонентов. В качестве межкомнатных перегородок в основном используются двухслойные системы – два листа с одной стороны и два с другой.

Помимо межкомнатных, в линейке КНАУФ есть межквартирная перегородка трехслойными обшивками из КНАУФ-суперлистов и стальными листами на одностороннем металлическом каркасе – КНАУФ С367. Она прошла испытания на взломостойкость: устойчивость к взлому соответствует 2-му классу, что подтверждается протоколом испытаний. Показатель звукоизоляции данной перегородки превышает нормативные требования и доходит до 60 дБ. Данный показатель достигается при толщине конструкции 177 мм, что выгодно отличает ее от перегородок толщиной 280–330 мм из штучных материалов со штукатуркой.

Немаловажный фактор – простота монтажа каркасно-обшивных перегородок. Она достигается за счет сухой сборки, соответственно отсутствия мокрых процессов. Более технологичные методы возведения перегородок позволяют экономить время. В сравнении с традиционным строительством из кирпичей или пеноблоков, которые в дальнейшем придется оштукатуривать с каждой стороны и ждать, пока схватится раствор, при возведении перегородок сухим способом сроки строительства типового десятиэтажного трехподъездного дома сокращаются на 1,5 месяца.

Кроме того, перегородка занимает меньше пространства. При использовании газоблоков толщиной 100 мм



Коэффициент теплопроводности (λ)	Показывает способность материала передавать тепло. Листовые материалы с высокой плотностью и утеплители с низким коэффициентом теплопроводности снижают потери тепла через перегородки
Огнестойкость	Решения КНАУФ соответствуют высоким требованиям по огнестойкости, что делает их безопасными для использования в жилых и общественных зданиях
Акустические свойства	Стены из материалов КНАУФ обладают хорошими звукоизоляционными свойствами, что снижает уровень воздушного шума внутри здания
Прочность и долговечность	Каркасно-обшивные конструкции КНАУФ имеют высокую прочность и долговечность благодаря качественным материалам и профессиональному монтажу

толщина стены со штукатуркой составит 130 мм, а кирпича со штукатуркой – 160 мм. Между тем однослойная перегородка КНАУФ имеет толщину всего 75 мм, а двухслойная – 100 мм. Это позволяет увеличить полезную площадь квартиры в 70 м² на дополнительные 2 м². При большом объеме строительства получается значительный выигрш в полезной площади. А поскольку перегородки из листовых гипсовых материалов в несколько раз легче по сравнению с традиционными материалами, можно сэкономить на возведении фундамента либо увеличить этажность здания.

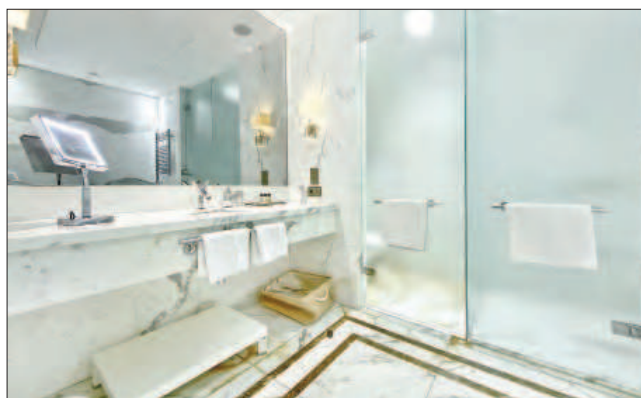
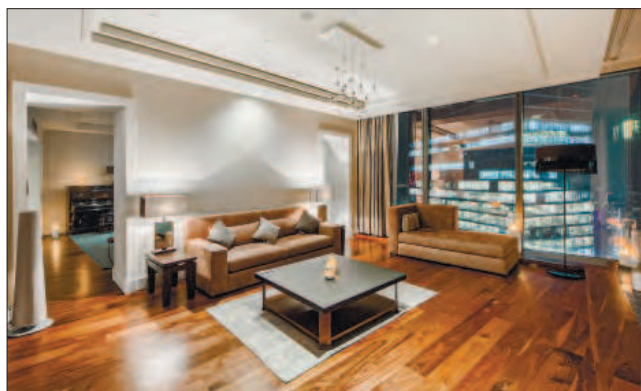
В системах КНАУФ применяются экологически чистые материалы на основе природного гипса. Такие стены дышат: они могут забирать избыток влаги из помещения и отдавать воду обратно при ее недостатке в воздухе.

Выводы

Каркасно-обшивные конструкции – современное и технологичное решение для строительства жилых, коммерческих и административных объектов. Их преимущества по сравнению со стенами из штучных материалов – экономия времени и затрат на монтаж, лучшая звуко- и теплоизоляция, возможность придания им нестандартных форм. Это идеальное решение при звукоизоляции стен и потолка.

Типы и модификации каркасно-обшивных конструкций КНАУФ, использование инновационных листовых материалов позволяют выбирать оптимальное решение для конкретной задачи, включая повышение огнестойкости, защиту от влаги и грибка, улучшение звукопоглощения. Физико-технические характеристики каркасно-обшивных конструкций КНАУФ соответствуют высоким стандартам качества и безопасности.

Компания КНАУФ предоставляет своим партнерам и клиентам полную поддержку, включая консультации и сервисное обслуживание, обучает монтажников и девелоперов. В собственных обучающих центрах проводятся теоретические и практические занятия по применению материалов. КНАУФ может помочь застройщику создать шоу-рум, чтобы продемонстрировать клиенту свойства материалов, показать, из чего состоит перегородка, какую нагрузку выдерживает и каковы ее прочностные характеристики. Шефмонтаж на объектах включает в себя проверку правильности монтажа и контроль выполнения работ.



В целом каркасно-обшивные конструкции КНАУФ являются привлекательным и эффективным решением для всех участников процесса строительства и эксплуатации зданий. Сейчас такие ограждающие конструкции используются во все большем количестве проектов, к их применению переходят крупные игроки строительного рынка.

В издательстве «Стройматериалы» вы можете приобрести специальную литературу

Монография «Защита деревянных конструкций»

Автор – Ломакин А.Д.

Приведены результаты исследований и рекомендации по конструкционной и химической защите деревянных конструкций. Особое внимание уделено защите несущих клееных деревянных конструкций и конструкций из ЛВЛ от эксплуатационных воздействий и возгорания. Описаны традиционные и разработанные автором методы оценки защитных свойств покрытий для древесины, методика и результаты натурных климатических испытаний покрытий на образцах и фрагментах конструкций. Представлены результаты мониторинга влажностного состояния несущих ДКК в таких крупных объектах, как ЦВЗ «Манеж», крытый конькобежный центр в Крылатском в Москве и др., при проведении которого использована разработанная автором методика оценки древесины с использованием модельных образцов.



Учебное пособие «Химическая технология керамики»

Авторы – Андрианов Н.Т., Балкевич В.Л., Беляков А.В., Власов А.С., Гузман И.Я., Лукин Е.С., Мосин Ю.М., Скидан Б.С.

Освещены вопросы современного состояния технологии основных видов керамических изделий строительного, хозяйственно-бытового и технического назначения, а также различных видов огнеупоров. Главное внимание уделено основным процессам технологии керамики и ее свойствам. Подробно изложены характеристика различных видов сырья, проблемы подготовки керамических масс различного вида и их формование различными методами, особенности механизмов спекания, а также дополнительные виды обработки керамики: металлизация, глазурирование, декорирование, механическая обработка. Детально описаны свойства керамических изделий – механические, деформационные, теплофизические, электрофизические, в том числе при высоких температурах.



Книга «Керамические пигменты»

Авторы – Масленникова Г.Н., Пищ И.В.

В монографии рассмотрены физико-химические основы синтеза пигментов, в том числе термодинамическое обоснование реакций, теория цветности, современные методы синтеза пигментов и их классификация, методы оценки качества. Приведены сведения по технологии пигментов и красок различных цветов и кристаллических структур. Описаны современные методы декорирования керамическими красками изделий из сортового стекла, фарфора, фаянса и майолики. Книга предназначена для научных сотрудников, студентов, специализирующихся в области технологии керамики и стекла, а также для инженерно-технических работников, занятых в производстве керамических изделий и красок.



Книга «Технология производства стеновых цементно-песчаных изделий»

Авторы – Балакшин Ю.З., Терехов В.А.

Описано производство и применение стеновых материалов методом вибропрессования из цементно-песчаных бетонов. Рассмотрена существующая и перспективная номенклатура изделий и их свойства. Даны характеристики сырьевым материалам – песку, щебню, вяжущим и химическим добавкам, и рекомендации по подбору состава бетонной смеси. Подробно представлена технология производства цементно-песчаных вибропрессованных стеновых изделий. Особое внимание уделено технологическому контролю на производстве и техническому контролю и обслуживанию оборудования. Книга предназначена для организации производственно-технического обучения на предприятии, будет полезна инженерно-техническому персоналу и широкому кругу специалистов.



**Заказать литературу можно через редакцию
по тел.: (499) 976-22-08, 976-20-36; e-mail: mail@rifsm.ru,
или оформить заявку на сайте <http://rifsm.ru/>**

УДК 73.023.7:728.03 (510)

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-57-63>

Э.П. ЧЕРНЫШОВА¹, канд. филос. наук (ch-elvira@bk.ru);
А.Ф. БУРЬЯНОВ², д-р техн наук (rga-service@mail.ru)

¹ Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
(191186, г. Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, 48)

² Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(129337, г. Москва, Ярославское ш., 26)

Трансляция общечеловеческого опыта архитектурными пространствами на примере Санкт-Петербурга

Значимость трансляции общечеловеческого опыта крайне важна, так как этот процесс подразумевает не только передачу накопленного опыта со стороны предыдущего поколения, но также оптимизацию тех социально одобряемых подходов к организации жизнедеятельности человека в условиях общества, которые стоят за дальнейшим развитием и становлением человечества. Социальные, общественные и культурные процессы по-разному воздействуют на развитие средств трансляции общечеловеческого опыта, тем самым не всегда становясь условием для бесконфликтного дальнейшего развития. Архитектурные пространства, будучи одной из важнейших форм существования культуры, также являют собой способ порождения, сохранения и передачи опыта человека и сообщества. В статье показаны способы трансляции и ретрансляции общечеловеческого опыта в городском пространстве Санкт-Петербурга, который благодаря разнообразным семиотическим системам разных эпох является транслятором множества вербальных и невербальных текстов. Семиотика архитектурного пространства Санкт-Петербурга позволяет идентифицировать множество знаков и символов, которые присутствуют в архитектуре и урбанистике города и влияют на восприятие и интерпретацию его пространства. Для достижения синергетического взаимодействия разных и во многом противоборствующих эстетик правильного включения современной архитектуры в многослойную семиотическую среду города от архитекторов требуется высокая профессиональная культура и понимание сущности каждого из культурных пластов этой уникальной архитектурной среды.

Ключевые слова: опыт, семиотика, символ, архитектура, архитектурное пространство, трансляция, ретрансляция, архитектурный текст Санкт-Петербурга.

Для цитирования: Чернышова Э.П., Бурьянов А.Ф. Трансляция общечеловеческого опыта архитектурными пространствами на примере Санкт-Петербурга // *Жилищное строительство*. 2023. № 8. С. 57–63.

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-57-63>

E.P. CHERNYSHOVA¹, Candidate of Sciences (Philosophy) (ch-elvira@bk.ru); A.F. BURYANOV², Doctor of Sciences (Engineering) (rga-service@mail.ru)

¹ The Herzen State Pedagogical University of Russia, (48, Embankment of the Moika River, St. Petersburg, 191186, Russian Federation)

² National Research Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavl Highway, Moscow, 129337, Russian Federation)

Translation of General Human Experience by Architectural Spaces of St. Petersburg

The significance of the transmission of universal experience is extremely important, as this process implies not only the transfer of accumulated experience from the previous generation, but also the optimisation of those socially approved approaches to the organisation of human life activity in the conditions of society, which are behind the further development and formation of humanity. Nevertheless, various social, public and cultural processes differently affect the development of means of transmitting universal experience, thus not always becoming a condition for conflict-free further development. Culture is a set of sign-symbolic systems that accumulate the experience of existence in the form of ways of perception, thinking, cognition, experience and action, knowledge, values, methods and criteria for evaluation, standards, goals and meanings. Architectural spaces, being one of the most important forms of existence of culture, are also a way of generating, preserving and transferring the experience of a person and a community. The focus of this study is on the ways of broadcasting and retransmitting human experience in the urban space of St. Petersburg. St. Petersburg, thanks to various semiotic systems of different eras, is a translator of many verbal and non-verbal texts. The modern city is a complex semiotic mechanism, a generator and relay of culture, a collection of heterogeneous texts and codes. The semiotics of the architectural space of St. Petersburg makes it possible to identify a colossal set of signs and symbols that are present in the architecture and urbanism of the city and influence the perception and interpretation of its space. Today, architects and city planning officials are faced with the dilemma of how to properly integrate modern architecture into the multi-layered semiotic environment of the city. Achieving a synergetic interaction between different and largely opposing aesthetics requires from their spokespersons a high professional culture and understanding of the essence of each of the cultural layers of this unique architectural environment.

Keywords: experience, semiotics, symbol, architecture, architectural space, broadcasting, relaying, architectural text of St. Petersburg.

For citation: Chernyshova E.P., Buryanov A.F. Translation of general human experience by architectural spaces of St. Petersburg. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2023. No. 8, pp. 57–63. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-57-63>

В современной науке наблюдается рост интереса к способам выражения и ретрансляции общечеловеческих и культурно-специфичных ценностей, идеалов, установок [1–4], так как она приобретает отчетливо выраженную гуманистическую направленность, что, в свою очередь, меняет представления о целях, содержании, механизмах «окультуривания» пространства и трансляции общечеловеческого и национального опыта. Деятельность человека, даже утилитарная, всегда являет собой выражение определенных ценностей, опыта, символизма, культуры. Ценности как экстракт общечеловеческого опыта представляют собой интегративную основу существования человека и социальной группы, нации и человечества в целом.

Изучение общечеловеческого опыта, выражаемого посредством материальных форм и пространств, непременно затрагивает концепцию эстетизации. Человеку, указывает Е.В. Дергачёва, во все времена было свойственно эстетизировать социокультурную реальность, окружающую его, – «как вширь по всему пространству социума, так и вглубь, в структуры внутреннего мира человека» [5]. Общество, таким образом, выражает доминирующие в нем ценности и значимый опыт посредством механизмов эстетизации различных сфер, структур, институтов, объектов.

Таким образом, культуру можно интерпретировать в качестве духовного и материального феномена человеческого бытия, пронизывающего все сферы жизни, а также как способ и систему межпоколенного и трансграничного обмена ценной информацией и опытом.

Культура есть совокупность символов, а символы, в свою очередь, являются отрезками концентрированного человеческого опыта. Миф, искусство, язык, логика, архитектура, скульптура – это своеобразные инструменты ретрансляции опыта прошлых поколений. Каждый из артефактов культуры представляет собой результат поисков, наблюдений, обобщений. Сходные тезисы можно найти в работах К. Аймермахера. По его мнению, культура – это совокупность знаково-символических систем, «аккумулирующих опыт бытия в виде способов восприятия, мышления, познания, переживания и действия, а также в виде знаний, ценностей, способов и критериев оценки, нормативов, целей и смыслов, хранящих и воспроизводящих опыт» [6].

Архитектурные пространства, будучи одной из важнейших форм существования культуры, также являют собой способ порождения, сохранения и передачи опыта человека и общества. Более того, архитектурные пространства создаются под влиянием предыдущего опыта, но по мере существования они сами порождают новый опыт тех, кто оказывается в рамках этих пространств. Так, В.В. Федоров в данной связи предлагает применять культурологический подход к определению категории «архитектурное пространство» и



Рис. 1. Первый вид Петербурга. Гравюра. П. Пикарт. 1704 г.

Fig. 1. «The first view of St. Petersburg». Engraving. P. Picard. 1704 г. (Source – Scientific electronic library, book monuments //https://kp.rusneb.ru/item/material/pervyy-vid-peterburga)

интерпретировать его как продукт человеческой деятельности, включающий три типа пространств: пространство, заполненное материальными объектами; природное пространство; пространство, создаваемое ментальностью и поведением людей [7].

Можно также сказать, что общечеловеческий и культурно-специфичный опыт ретранслируется посредством архитектурного пространства на трех уровнях: на уровне конкретных архитектурных форм (элементов зданий, малых архитектурных форм, зданий, иных объектов), на уровне архитектурных пространств (сегментов городской среды, архитектурных ансамблей, кварталов), на уровне города в целом (здесь мы говорим об общем впечатлении, которое производит на нас город).

В аспекте нашей работы важное значение имеет и мнение Л.П. Буевой о том, что архитектурное пространство в ретрансляции опыта говорит с нами на языке, сходном с естественным: архитектурным знакам также свойственны план выражения и план содержания, и благодаря особому коду (стилистическое направление, утилитарная функция здания или пространства, авторский стиль постройки и т. п.) город может «говорить» со своими жителями. Данную организованную структуру ретрансляции опыта автор называет «архитектурным текстом» [8]. Современный город, таким образом, представляет собой сверхсложную многоуровневую полиструктурную и многофункциональную систему. В данной связи изучением городских пространств занимаются представители различных наук – философии, культурологии, истории, семантики и семиотики, дизайна и искусствоведения.

В фокусе настоящего исследования – способы трансляции и ретрансляции общечеловеческого опыта в городском пространстве Санкт-Петербурга. Санкт-Петербург – уникальное культурное явление,

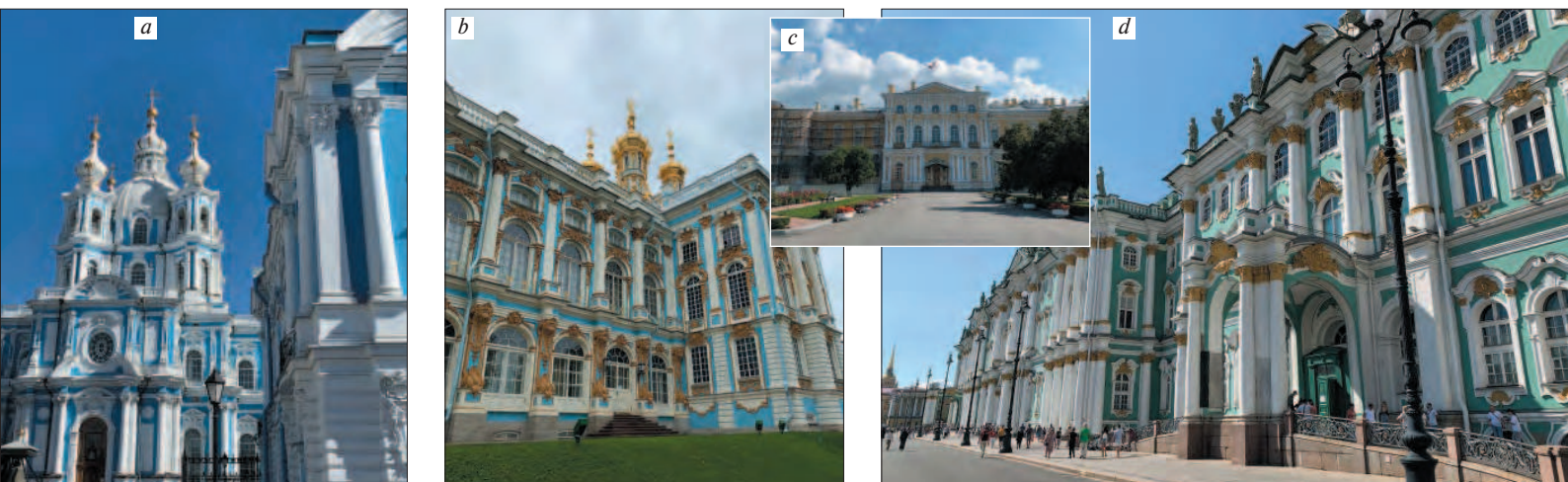


Рис. 2. Барочные шедевры арх. Франческо Растрелли: а — Воскресенский Смольный собор; б — Большой Екатерининский дворец; с — Воронцовский дворец; д — Зимний дворец. Фото Э.П. Чернышовой

Fig. 2. Masterpieces arch. Francesco Rastrelli: a — Smolny Cathedral; b — Grand Catherine; c — Vorontsov Palace; d — Winter Palace. Photos by E.P. Chernyshova

архитектурная жемчужина, по сути, один из результатов устремлений Петра I к европеизации России, ее включения в общецивилизационный контекст.

Фундамент современного архитектурного облика Санкт-Петербурга был заложен в XVIII–XIX вв., когда в город приглашались архитекторы из Италии, Германии, Франции, Голландии, такие как Франческо Бартоломео Растрелли, Джакомо Кваренги, Антониони Ринальди, Жан-Батист Баллен-Деламот, Огюст Монферран, Георг Иоганн Маттарнови, Доменико Трезини и другие великие архитекторы. При этом многие знаковые постройки в Санкт-Петербурге были спроектированы отечественными архитекторами: М.Г. Земцовым, П.М. Еропкиным, С.И. Чевакинским, А.Ф. Кокориновым, В.И. Баженовым, А.Н. Воронихиным и др.

За счет синтеза западных стилистических направлений и российских традиций зодчества в настоящее время Санкт-Петербург не просто воплощает различные эпохи, ценности и эстетические установки мировой культуры, но и является настоящей энциклопедией стилей и архитектурных решений. Большая часть доминирующих в массовом сознании пространств и зданий в нем выражены в стиле барокко. Отметим, что архитекторы XVIII в. отчасти пытались совместить традиции русской архитектуры с «мейнстримным» европейским барокко. И на наш взгляд, именно сочетание данных стилей сегодня считается уникальной чертой городского облика.

Россия на данном этапе была скорее преемницей западного художественного опыта, а не создательницей собственных способов эстетизации. В XVIII в. Европа уже переживала закат эпохи барокко в архитектуре, но Россия подхватила данное стилистическое направление и вдохнула в него новую жизнь, адаптировав его к своим реалиям и дополнив национальными чертами традиционного зодчества.

Как правило, ключевой фигурой российского барокко принято называть Франческо Бартоломео Растрелли. Будучи придворным архитектором, Растрелли создавал главные дворцы в столице и пригородах (рис. 2), такие как Большой дворец в Петергофе, Зимний и Воронцовский дворцы, Смольный монастырь, Екатерининский дворец в Царском Селе. Стил Растрелли является ярчайшим примером елизаветинского барокко.

В репрезентации Санкт-Петербурга, безусловно, проявляется тяготение к «цивизованности», образцовости, идеальности. Однако Санкт-Петербург, рожденный на основе рационального проекта, строившийся изначально с ориентацией на европейские традиции, является глубоко русским городом — по типу мировосприятия, характеру русской ментальности, обладающий «душой русского человека». Противопоставление светских, дворцовых ценностей Запада и аутентичной русской аксиологии можно наблюдать на примере городских кварталов, в которых возводились религиозные сооружения. Большинство религиозных построек Санкт-Петербурга стремится к ретрансляции исконно русской эстетики, к передаче религиозных ценностей, свойственных русскому народу. Именно поэтому их визуальный облик так резко отличается от окружающих светских ансамблей, построенных по европейскому образцу (рис. 3).

По нашему мнению, инкрустирование дворцового облика города соборами, церквями, тяготеющими к византийской и старорусской эстетике, не является противоречием или эстетической ошибкой. Напротив, сочетание двух крупнейших мировоззренческих парадигм в контексте единого архитектурного пространства Санкт-Петербурга отражает специфические черты российской ментальности, ее, можно сказать, пограничное положение между ценностями

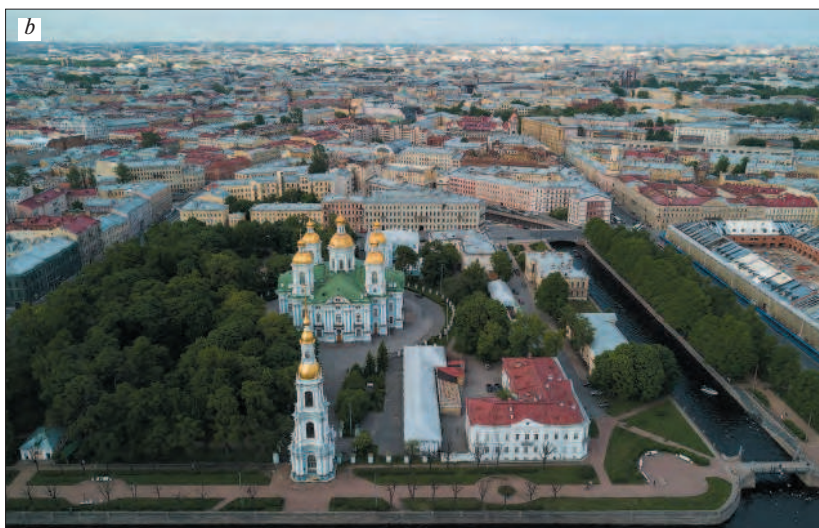


Рис. 3. Николо-Богоявленский морской собор. Арх. Савва Чевакинский: а – фасад собора (фото Э.П. Чернышовой); б – соборный ансамбль на фоне жилых кварталов (фото А. Разумова <https://amacumara.com>, лицензия ООО РИФ «Стройматериалы»)

Fig. 3. St. Petersburg. Nikolo-Bogoyavlensky Naval Cathedral. Architect Savva Chevakin: a – the facade of the cathedral (photo by E. P. Chernyshova); b – the cathedral ensemble against the background of residential areas (photo by A. Razumov <https://amacumara.com>, licensed by LLC RIF «Stroymaterialy»)

прошлого и ценностями современности, между традицией и новаторством, между следованием за мировыми тенденциями и приверженностью собственному опыту. В данном аспекте мы согласны с мнением М.А. Власниковой, которая указывает, что русским храмам присуща особая уникальная символика и «богословское содержание», а религиозное сознание оказывает прямое влияние на архитектурную концепцию; соответственно, религиозные постройки, несмотря на их явные отличия от типичных визуальных «капсул» Санкт-Петербурга, обладают значимой историко-культурной ценностью и транслируют опыт людей, проживавших в городе, в той же мере, в которой эту функцию выполняют иные сооружения [9].

В XVIII в. особое развитие получил классицизм. К числу первых построек, выполненных в стиле раннего классицизма в Санкт-Петербурге, был графский дворец К.Г. Разумовского. Сегодня это Административный корпус РГПУ им. А.И. Герцена. В архитектуре использованы элементы коринфского и ионического ордеров, аркады, барельефы, а в отделке фасада проявляется влияние барокко (рис. 4).

В аспекте темы нашей статьи необходимо отметить и период неоклассической архитектуры первой половины XX в. Неоклассикам было априори свойственно акцентировать тот факт, что современное искусство должно ретранслировать опыт прошлых эпох. Анализируя архитектурный опыт, накопленный в городском пространстве Санкт-Петербурга за три столетия, архитекторы при застраивании новой столицы зачастую обращались именно к прошлому опыту – к гуманистической аксиологии Античности и Возрождения, к повторению барочных и классических европейских канонов (рис. 5).

Неоклассицизм, безусловно, оставил след в застройке Санкт-Петербурга. Как отмечает Б.М. Кириков, около шестисот зданий 1900–1910 гг. представляют собой разные стилистические оттенки и качественные уровни неоклассицизма. Неоклассицизм – явление преимущественно петербургское, хотя, конечно же, петербургский неоклассицизм стал частью общеевропейского движения ретроспективизма [10].

На следующем этапе XX в. архитектура была скорее обращена к настоящему: она передает нам свидетельства повседневной реальности горожан. Вместо дворцов, садов, парков, монументальных парадных ансамблей городская среда начала заполняться утилитарной архитектурой. С дворцами, садами и парками соседствовать стали доходные дома, акционерные общества, банки, магазины и синематографы. Постепенно развитие строительства доходных домов потеснило такой традиционный вид здания, как дворец-особняк.

Руководство страны после победы революции развернуло масштабное жилищное строительство, продолжавшееся вплоть до конца 1980-х гг. (за исключением периода Великой Отечественной войны) [11]. В середине века город наполнился общественными и производственными сооружениями, жилыми массивами. Но нельзя утверждать, что на данном этапе городская среда была призвана транслировать исключительно ценности и эстетику, присущие повседневной действительности. Более того, авторы петербургского «архитектурного текста» вступали в диалог с мировым опытом. Как справедливо отмечают Н.В. Филичева и М.Н. Цветаева, советские архитекторы, столкнувшиеся с новой философией и вынужденные фактически строить эстетическую и ценностную пара-

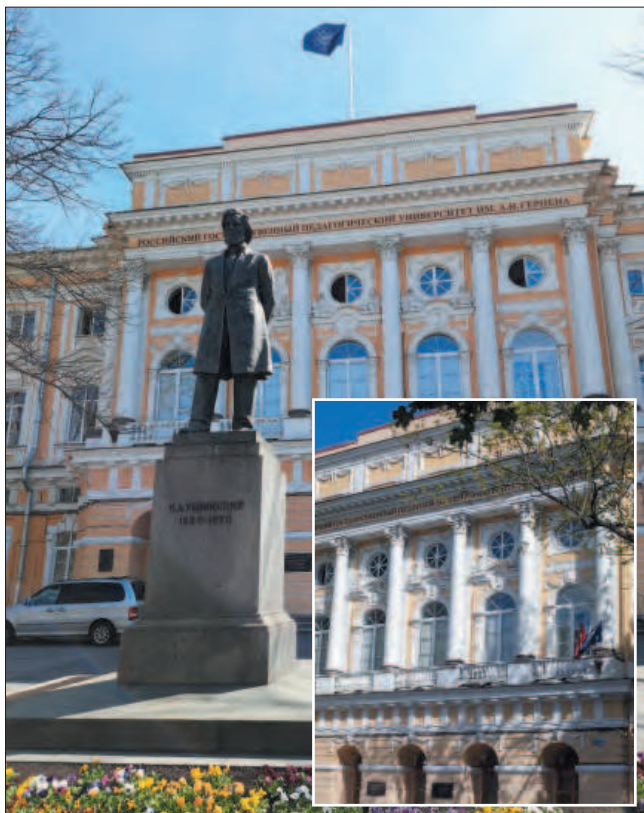


Рис. 4. Дворец К.Г. Разумовского (главный корпус РГПУ им. А.И. Герцена), арх. Франческо Растрелли. Фото Э.П. Чернышовой
Fig. 4. K.G. Razumovsky Palace (the main building of the Herzen State Pedagogical University), architect Francesco Rastrelli. Photos by E.P. Chernyshova

дигму советского города с нуля, часто обращались к мировым тенденциям и обогащали свой опыт за счет зарубежных разработок и приемов [12]. При этом стояла задача отразить в архитектурном пространстве ценности новой эпохи и особую народную эстетику рабочего класса, избегая присущей прошлым эпохам декоративности и буржуазности.

Ярким примером вышеуказанной эстетики становится Дворец искусств Ленинградской области (первоначально Дом культуры Московско-Нарвского района, затем Дворец культуры им. А.М. Горького, 1925–1927 гг.), выполненный в стиле конструктивизма (рис. 6). Данное монументальное сооружение является первым дворцом культуры в нашей стране. Строительство дворца велось с учетом того, что первые советские общественные здания должны были увековечить память о Великой Октябрьской социалистической революции. Для разработки архитектурного облика здания было устроено несколько конкурсов. Процесс принятия решения о выборе того или иного проекта был долгим и сложным, но в результате был принят проект группы архитекторов – А.И. Гегелло, Д.Л. Кричевского и др. В 1937 г. автор проекта А.И. Гегелло был удостоен Гран-при Всемирной выставки в Париже.



Рис. 5. Российский этнографический музей, арх. Василий Свиньин. Фото Э.П. Чернышовой
Fig. 5. Russian Museum of Ethnography, architect Vasily Svinin. Photos by E.P. Chernyshova



Рис. 7. Дворец искусств Ленинградской области, арх. А.И. Гегелло, Д.Л. Кричевский. Фото Э.П. Чернышовой
Fig. 7. Palace of Arts of the Leningrad Region, architects A.I. Gegello, D.L. Krichevsky. Photos by E.P. Chernyshova

При реализации планов, касающихся жилищного строительства в стране, был большой интерес к решению жилищной проблемы на Западе. Например, при планировании ул. Тракторной (уникальный единый ансамбль жилого массива, построенного в 1925–1927 гг. для рабочих Нарвской заставы, арх. А.И. Гегелло, А.С. Никольский, Г.А. Симонов и Н.Ф. Демков) был изучен передовой немецкий и шведский опыт (рис. 8, 9). А.И. Гегелло писал: «Дома эти со всеми их достоинствами и недостатками являются своеобразным архитектурным памятником периода реконструкции народного хозяйства, напоминающим о самом первом этапе борьбы за новую жизнь, за ликвидацию недостатка в жилищах и коренное улучшение материально-бытовых условий жизни советских людей» [13]. Строительство жилья в СССР, можно сказать, происходило по тем же принципам, что и возведение жилищ немецкими ведомствами. На дан-



Рис. 8. Общий вид Тракторной улицы со стороны проспекта Стачек. Источник: А.И. Гегелло. «Из творческого опыта: возникновение и развитие архитектурного замысла», 1962

Fig. 8. General view of Tractor Street from the side of Stachek Avenue. Source: Gegello A. I. From creative experience: The emergence and development of architectural design, 1962



Рис. 9. Современный вид Тракторной улицы со стороны проспекта Стачек. Фото Э.П. Чернышовой

Fig. 9. Modern view of Tractor Street from the side of Stachek Avenue. Photos by E.P. Chernyshova

ном примере мы видим, как на советском этапе был транслирован зарубежный опыт сооружения максимально утилитарных пространств – рациональных, упрощенных, стандартизированных [12].

Сегодня тенденция к рационализации и доминированию экономических и функциональных ориентиров продолжается. С одной стороны, это лишает городскую среду той семиотической нагрузки и возможности ретрансляции опыта прошлого, которая была характерна для нее ранее, с другой – стандартизированные кварталы также в некотором роде можно считать отражением ценностей современного поколения. Компьютеризация проектирования, «конвейерное» мышление, строительство по типовым проектам – все это «округляет» архитектурный почерк зодчего. По словам Н.В. Филичевой, архитекторы сменились пользователями, которые могут реализовывать лишь комбинации несложных операций и шаблонных действий [12]. Тем не менее современные подходы к архитектуре Санкт-Петербурга можно считать референсами к конструктивизму прошлого, однако важным отличием нового конструктивизма от



Рис. 10. Связь исторических эпох в архитектуре Санкт-Петербурга. Фото Э.П. Чернышовой

Fig. 10. The connection of historical eras in the architecture of St. Petersburg. Photo by E.P. Chernyshova

прошлого выступает отсутствие пафоса строительства нового мира и диктата пролетарской идеологии.

В настоящее время Санкт-Петербург благодаря разнообразным семиотическим системам разных эпох является транслятором множества вербальных и невербальных текстов [1]. Современный город – сложный семиотический механизм, генератор и ретранслятор культуры, собрание гетерогенных символов. Семиотика архитектурного пространства Санкт-Петербурга позволяет идентифицировать колоссальное множество знаков и семиотических систем, которые присутствуют в архитектуре и урбанистике города и влияют на восприятие и интерпретацию пространства его жителями.

Сегодня архитекторы и чиновники градостроительных ведомств сталкиваются с вопросом о том, как правильно вписать современную архитектуру в многослойную семиотическую среду города. Достижение синергетического взаимодействия разных и во многом противоборствующих эстетик требует от их выразителей высокой профессиональной культуры и понимания сущности каждого из культурных пластов этой уникальной архитектурной среды. Некоторые специалисты-градозащитники требуют полного подчинения новых замыслов существующей среде и имитации новых построек под стили прошлых эпох, но это, безусловно, может привести к архаизации городского облика, это «умертвляет среду» [14]. Градостроители-новаторы, в свою очередь, говорят о том, что доминировать в городской среде должен текущий опыт, «взрывающий исторический контекст» [14]. Возможно, эти противоположные точки зрения могут – и должны – сойтись в некоем компромиссном варианте (рис. 10). Современное противопоставление классической архитектуры и современных высотных зданий может быть интерпретировано как символический конфликт между традицией и современностью.

Список литературы

1. Чертов Л.Ф. Город в семиосфере культуры: семиотизированное пространство Санкт-Петербурга // *Человек: Образ и сущность. Гуманитарные аспекты*. 2022. № 1 (49). С. 62–87.
2. Чернышова Э.П. Архитектура как материально-пространственная среда // *Общество. Среда. Развитие*. 2023. № 1 (66). С. 133–138. DOI 10.53115/19975996_2023_01_133-138.
3. Чернышова Э. П. Специфика восприятия архитектуры с позиций актуального мировоззрения современников. *Символический капитал традиционной культуры: опыт прошлого в моделях будущего: Материалы II Международной научно-практической конференции*. Саранск, 15–16 декабря 2021. С. 86–90.
4. Чернышова Э.П., Григорьев А.Д., Сложеникина Н.С. Ключевые средства трансляции общечеловеческого социокультурного опыта // *Перспективы науки*. 2021. № 8 (143). С. 70–73.
5. Дергачёва Е.В. Социальная онтология дизайна в региональных семиотических практиках // *ОНВ*. 2013. № 1 (115). С. 78–83.
6. Аймермахер К. Знак. Текст. Культура. М.: Дом интеллектуальной книги, 1997. С. 102.
7. Фёдоров В.В. Символизм архитектурных пространств. Дисс. ... д-ра культурологии. Москва, 2000. 308 с.
8. Буева Л.П. Культура, культурология и образование (материалы круглого стола) // *Вопросы филологии*. 1997. № 2. С. 13–14.
9. Власникова М.А. Аксиология памятников культурной архитектуры и их сохранение // *Вестник СПбГИК*. 2019. № 4 (41). С. 38–43.
10. Кириков Б.М. Архитектура Петербурга конца XIX – начала XX века: Эклектика. Модерн. Неоклассицизм. СПб.: Изд. дом «КОЛО», 2006. 448 с.
11. Жиров А.Н. Архитектура Санкт-Петербурга // *Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты*. 2014. № 13. С. 9–11.
12. Филичева Н.В., Цветаева М.Н. Символы «новой религии» в образах культуры на примере ленинградского архитектурного конструктивизма // *Вестник РХГА*. 2021. № 4–2. С. 54–65.
13. Гегелло А.И. Из творческого опыта: Возникновение и развитие архитектурного замысла. Институт теории и истории архитектуры АСИА СССР. Л.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1962. 376 с.
14. Курбатов Ю.И. Контекст времени и контекст места – неизбежность компромисса (к проблеме современной контекстуальной архитектуры в исторической среде на примере Санкт-Петербурга) // *Academia. Архитектура и строительство*. 2014. № 3. С. 5–9.

References

1. Chertov L.F. City in the semiosphere of culture: the semiotized space of St. Petersburg. *Chelovek: Obraz i sushchnost'. Gumanitarnye aspekty*. 2022. No. 1 (49), pp. 62–87. (In Russian).
2. Chernyshova E.P. Architecture as a material and spatial environment. *Obshchestvo. Sreda. Razvitiye*. 2023. No. 1 (66), pp. 133–138. (In Russian). DOI 10.53115/19975996_2023_01_133-138.
3. Chernyshova E.P. The specifics of the perception of architecture from the standpoint of the current worldview of contemporaries. *The symbolic capital of traditional culture: the experience of the past in models of the future: Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference*. Saransk, December 15–16, 2021. pp. 86–90. (In Russian).
4. Chernyshova E.P., Grigor'ev A.D., Slozhenikina N.S. Key means of translation of universal human sociocultural experience. *Perspektivy nauki*. 2021. No. 8 (143), pp. 70–73. (In Russian)
5. Dergacheva E.V. Social ontology of design in regional semiotic practices. *ONV*. 2013. No. 1 (115), pp. 78–83. (In Russian).
6. Aimermakher K. *Znak. Tekst. Kul'tura* [Sign. Text. Culture]. Moscow: House of Intellectual Books, 1997. 102 p.
7. Fedorov V.V. Symbolism of architectural spaces. Doctor Diss. of Cultural Studies. Moscow. 2000. 308 p. (In Russian).
8. Bueva L.P. Culture, cultural studies and education (materials of the “round table”). *Voprosy filosofii*. 1997. No. 2, pp. 13–14. (In Russian).
9. Vlasnikova M.A. Axiology of monuments of religious architecture and their preservation. *Vestnik SPbGIK*. 2019. No. 4 (41), pp. 38–43. (In Russian).
10. Kirikov B.M. *Arhitektura Peterburga konca XIX – nachala XX veka: Jeklektika. Modern. Neoklassitsizm* [Architecture of Petersburg at the end of XIX – beginning of XX century: Eclecticism. Modern. Neoclassicism]. St. Petersburg: KOLO Publishing House. 2006. 448 p.
11. Zhiron A.N. Architecture of St. Petersburg. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya: problemy i rezul'taty*. 2014. No. 13, pp. 9–11. (In Russian)
12. Filicheva N.V., Tsvetaeva M.N. Symbols of the “new religion” in the images of culture on the example of the Leningrad architectural constructivism. *Vestnik RKhGA*. 2021. No. 4–2, pp. 54–65. (In Russian)
13. Gegello A.I. *Iz tvorcheskogo opyta: Vozniknovenie i razvitiye arhitekturnogo zamysla*. Institut teorii i istorii arhitektury ASiA SSSR [From creative experience: The emergence and development of an architectural idea. Institute of Theory and History of Architecture ASIA USSR]. Leningrad: State publishing house of literature on construction, architecture and building materials. 1962. 376 p.
14. Kurbatov Yu.I. Context of time and context of place – the inevitability of a compromise (to the problem of modern contextual architecture in the historical environment on the example of St. Petersburg). *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo*. 2014. No. 3, pp. 5–9. (In Russian).

УДК 624.011.1

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-64-69>

И.В. СТЕПИНА, канд. техн. наук (sudeykina@mail.ru),
А.Д. ЖУКОВ, канд. техн. наук (lj211@yandex.ru),
С.И. БАЖЕНОВА, канд. техн. наук (sofia.bazhenova@gmail.com),
К.С. СТЕНЕЧКИНА, канд. техн. наук (moiseenko522@mail.ru)

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (129337, г. Москва, Ярославское ш., 26)

Повышение термостабильности материалов на основе древесины

Древесные материалы находят широкое применение в современных строительных технологиях в рамках концепции биопозитивного строительства, связанного с проектированием и строительством зданий с учетом влияния на здоровье и благополучие людей, а также на экосистему в целом. Основным недостатком биопозитивных древесных материалов, как и любых органических материалов, является их высокая горючесть. Повышение термостабильности древесных материалов и, как следствие, снижение их горючести являются важной задачей. Цель исследований, изложенных в статье, – изучение возможности повышения термостабильности древесных материалов и, как следствие, снижение их горючести. В результате проведенного активного эксперимента и статистической обработки его результатов установлен оптимальный расход антипирена и влажность подложки. Для определения кинетических параметров процесса терморазложения целлюлозных материалов различного химического состава (интегральный метод) использовалась автоматизированная модульная термоаналитическая система (термоанализатор). В результате проведенных исследований установлено, что боразотные модификаторы поверхности древесины стабилизируют лигноуглеводный комплекс древесины на стадии пламенного горения (второй температурный интервал) и существенно снижают величину потери массы подложки на этом этапе.

Ключевые слова: древесина, боразотные соединения, термогравиметрический анализ, терморазложение, термостабильность.

Научные исследования проводились при грантовой поддержке НИУ МГСУ в рамках проведения фундаментальных и прикладных научных исследований (НИР/НИОКР) научными коллективами НИУ МГСУ.

Для цитирования: Степина И.В., Жуков А.Д., Баженова С.И., Стенечкина К.С. Повышение термостабильности материалов на основе древесины // *Жилищное строительство*. 2023. № 8. С. 64–69.
DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-64-69>

I.V. STEPINA, Candidate of Sciences (Engineering) (sudeykina@mail.ru),
A.D. ZHUKOV, Candidate of Sciences (Engineering) (lj211@yandex.ru),
S.I. BAZHENOVA, Candidate of Sciences (Engineering) (sofia.bazhenova@gmail.com),
K.S. STENECHKINA, Candidate of Sciences (Engineering) (moiseenko522@mail.ru)
National Research Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavl Highway, Moscow, 129337, Russian Federation)

Increasing the Thermal Stability of Wood-Based Materials

Wood-based materials are widely used in modern construction technologies as part of the concept of biopositive construction related to the design and construction of buildings, taking into account the impact on human health and well-being, as well as on the ecosystem as a whole. The main disadvantage of bio-positive wood materials, like any organic materials, is their high flammability. In this regard, improving the thermal stability of wood materials and, as a consequence, reducing their combustibility is a very urgent task. The purpose of the research described in the article was to study the possibility of increasing the thermal stability of wood materials and, as a consequence, reducing their combustibility. As a result of conducted active experiment and statistical processing of its results, the optimum flow rate of flame retardant and substrate moisture content were established. To determine the kinetic parameters of the thermal decomposition process of cellulose materials of different chemical composition (integral method), a Du Pont-9900 automated modular thermal analyzer system was used. As a result of studies it was found that boron-nitrogen wood surface modifiers stabilize lignocarbonyl complex of wood at the stage of flame burning (the second temperature interval) and significantly reduce the value of weight loss of the substrate at this stage.

Keywords: wood, boron-nitrogen compounds, thermogravimetric analysis, thermal decomposition, thermal stability.

Scientific research was carried out with grant support from NRU MGSU within the framework of fundamental and applied scientific research (R&D / R&D) by research teams of NRU MGSU.

For citation: Stepina I.V., Zhukov A.D., Bazhenova S.I., Stenechkina K.S. Increasing the thermal stability of wood-based materials. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2023. No. 8, pp. 64–69. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-8-64-69>

Материалы на основе органического сырья широко применяются при возведении объектов различного функционального назначения, например в системах интерьерной отделки и теплоизоляции. Наиболее распространенные группы – это изделия на основе древесины, изделия на основе древесного волокна и волокон целлюлозы, теплоизоляционные и композиционные материалы [1–3]. В системах изоляции наибольшее распространение получили изделия на основе вспененных пластмасс: экструзионного пенополистирола, пенополиизоцианурата и пенополиэтилена. Преимуществами этих материалов являются низкая теплопроводность и паропроницаемость, низкое водопоглощение. Отметим, что большинство вспененных пластмасс являются опасно горючими материалами, но в настоящее время проводятся и весьма успешно исследования по решению этой проблемы [4–6]. Изоляционные изделия на основе вспененных материалов применяют при изоляции каркасных и бескаркасных зданий (рис. 1), при изоляции в системах штукатурных фасадов с утеплением, в системах слоистой кладки, при изоляции полов по грунту и плавающих полов, при изоляции плоской или скатной кровли, а также мансард [7–9].

Развитие современного строительства направлено на решение двух стратегических задач: повышения его энергоэффективности и создания комфортных условий в изолируемых помещениях с позиций поддержания требуемого микроклимата, удобного как для проживания людей, так и для реализации планируемых технологических процессов. Обязательным (граничным) условием является снижение отрицательной нагрузки на окружающую среду [10–12]. Сохранение нормативного уровня долговечности строительных конструкций обусловлено в том числе и системами защиты этих конструкций от отрицательного воздействия внешних факторов, а это предполагает использование систем изоляции на основе материалов, стойких к внешним воздействиям, в том числе и к воздействию повышенной температуры [13–15].

Целлюлозосодержащие материалы находят широкое применение в современных строительных технологиях в рамках концепции биопозитивного строительства, связанного с проектированием и строительством зданий с учетом влияния на здоровье и благополучие людей, а также на экосистему в целом. Такой подход основан на использовании экологически чистых материалов и энергоэффективных технологий. Основным недостатком биопозитивных целлюлозосодержащих материалов является их высокая горючесть. В этой связи повышение термостабильности материалов, содержащих целлюлозу, в первую очередь древесных материалов, и, как следствие, снижение их горючести являются весьма актуальной задачей. Ее решение явилось целью представленной работы.

Материалы и методы

Способность огнезащитного состава снижать горючесть древесины и материалов на ее основе характеризуется показателем огнезащитной эффективности (ОЭ), определяемым в соответствии с методиками ГОСТ 16363–98 «Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств». Определение группы огнезащитной эффективности проводилось по результатам испытаний образцов древесины заболони сосны, поверхностно модифицированных методом кистевого нанесения составами на основе четырехкоординационных боразотных соединений. После модифицирования образцы высушивали на воздухе до постоянной массы. Исследования по определению оптимальных параметров модифицирования и термический анализ (ТГА) проводили на образцах, предварительно обработанных методом кистевого нанесения 50%-ми водными растворами боразотных соединений: моноэтаноламин(НВ)-тригидроксидборат (состав 1) и диэтаноламин(НВ)-тригидроксидборат (состав 2).

Оценка влияния расхода модификатора и температуры модифицирования на потерю массы образца в результате огневых испытаний проводилась по мето-



Рис. 1. Эффективные системы изоляции: а – изоляция коттеджа; б – изоляция гаража; с – изоляция плавающего пола
Fig. 1. Effective insulation systems: a – cottage insulation; b – garage insulation; c – floating floor insulation

Условия эксперимента
Experimental conditions

Наименование фактора	Символ X_i	Среднее значение фактора \bar{X}_i	Интервал варьирования ΔX_i	Значения фактора на уровнях	
				-1	+1
Расход модификатора, г/м ²	X_1	120	40	80	160
Влажность древесины, %	X_2	6	4	2	10

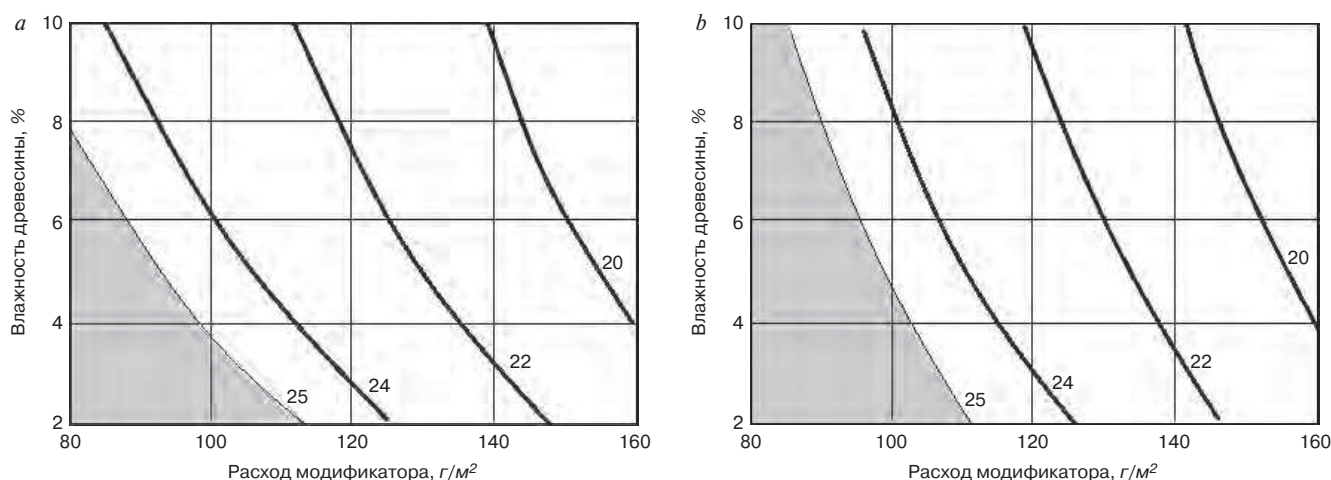


Рис. 2. Огнезащитная эффективность составов на основе боразотных соединений: а – состав 1; б – состав 2
Fig. 2. Fire protection efficiency of compositions based on boron-nitrogen compounds: a – Composition 1; b – Composition 2

диком математического планирования эксперимента и статистической обработки его результатов. В качестве варьируемых факторов приняты расход модификатора (X_1) и влажность древесины подложки (X_2).

Использовалась древесина сосны равновесной влажности (при относительной влажности среды в помещении 55–65%), а также образцы, предварительно высушенные в сушильном шкафу до влажности 2 и 5%. В качестве функции отклика (параметра оптимизации: Y_1 для состава 1 и Y_2 для состава 2) принято снижение массы образца в результате огневых испытаний. Условия эксперимента приведены в таблице.

Для определения кинетических параметров процесса терморазложения целлюлозных материалов различного химического состава (интегральный метод) использовалась автоматизированная модульная термоаналитическая система (термоанализатор) «Du Pont-9900». Исследования на термовесах ТГА-951 проводились в динамическом режиме нагревания в атмосфере воздуха при скоростях нагревания 5, 10, 20°С/мин. Обработка термоаналитических кривых проводилась с применением специального программного обеспечения: программных утилит «File Modification V 1.0», «General V 1.0» и TGAKin V 1.0, установленных на ТАС «Du Pont 9900»; программы Universal Analysis 2000 компании TA Instruments в версии V 4.0C («Intertech corporation»).

Результаты и обсуждение

Обработка результатов активного эксперимента и реализация статистических гипотез, в том числе по

оценке значимости коэффициентов, позволила установить алгебраическую зависимость между потерей массы образцов и варьируемыми факторами, которая представлена в виде математической модели:

$$Y_1 = 23,3 - 3,8X_1 - 1,6X_2 - 1,1X_1X_2 + 0,6X_1^2, \quad (1)$$

$$Y_2 = 24,6 - 3,2X_1 - 1,4X_2 - 0,8X_1X_2 + 0,5X_1^2. \quad (2)$$

Анализ полиномов показывает, что влияние варьируемых факторов на огнезащитную эффективность (потерю массы образцов в результате огневых испытаний) принципиальных отличий не имеют.

Наибольшее влияние на результат оказывает расход модификатора, причем с увеличением расхода модификатора в интервале, предусмотренном условиями эксперимента (см. таблицу), потеря массы образцов снижается сначала интенсивно (коэффициенты при X_1 , равные соответственно 3,8 и 3,2), а при больших расходах менее интенсивно. Это можно объяснить насыщением поверхностного слоя боразотными соединениями. Влажность древесины подложки также влияет на потерю массы, но в меньшей степени (коэффициенты при X_2 , равные соответственно 1,6 и 1,4). Влияние влажности древесины обусловлено возможностью более глубокого проникновения водного раствора боразотных соединений в капилляры образца, изготовленного из хвойных пород. При высокой влажности древесины поры заполнены частично водой, которая препятствует проникновению антипирена. В изделиях с малой влажностью капилляры открыты и смачивающие жидкости проникают в объем материала на большую глубину, повышая

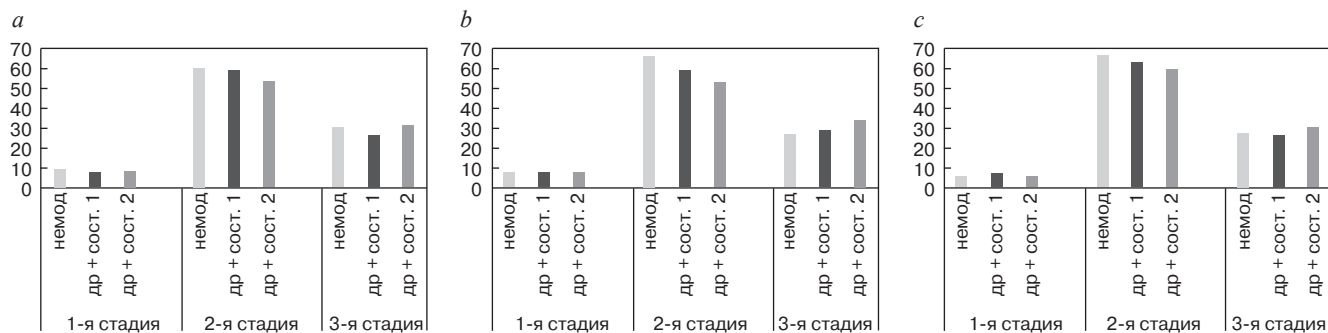


Рис. 3. Потеря массы (%) образцов на различных стадиях процесса терморазложения при скоростях нагрева: а – 5°C/мин; б – 10°C/мин; в – 20°C/мин

Fig. 3. Weight loss (%) of samples at different stages of the thermal decomposition process at heating rates: a – 5°C/min; b – 10°C/min; c – 20°C/min

тем самым огнезащитную эффективность. Влияние парного взаимодействия (коэффициенты при X_1 и X_2 , равные соответственно 1,1 и 0,8) проявляется незначительно, тем не менее оно позволяет предположить небольшое увеличение синергетического эффекта, природа которого может быть определена в дальнейших исследованиях.

Графическая интерпретация зависимостей (1 и 2) представлена на рис. 2. С учетом того, что при потерях массы более 25% состав рассматривается как не обеспечивающий защиту древесины и не является огнезащитным, эта область выделена серым цветом. Остальная область соответствует составам, относящимся ко II группе огнезащитной эффективности и обеспечивающим потерю массы от 9 до 25%. Эти графические зависимости позволяют решать прогностическую задачу по оценке огнезащиты в зависимости от изменения расхода антипирена и влажности основания, на которое наносится антипирен.

Для получения оптимальных результатов достаточно, чтобы расход модификатора составлял 148–152 г/м², а влажность древесины равнялась 6–10%. Оптимальная температура модифицирования 20°C.

В процессе термодеструкции древесины в атмосфере воздуха можно выделить три стадии [16]. На первой стадии (I) нагревания древесины происходят ее сушка и удаление легколетучих компонентов при температуре от 35 до 120–190°C. На второй стадии (II) происходит быстрое увеличение скорости убыли массы при дальнейшем повышении температуры вплоть до ~300–340°C, обусловленное в основном термическим разложением полиоз; дальнейшая потеря массы связана с развитием термодеструкции целлюлозы и лигнина в температурных диапазонах от 303–370 до 370–440°C. На третьей (III), последней стадии (при ~420–480°C) завершается термодеструкция лигнина и происходит сгорание образовавшегося в процессе термического разложения древесины угля.

Результаты измерений величин потери массы образцами в ходе испытаний при разных скоростях нагрева показаны на рис. 3.

Из полученных экспериментальных данных, представленных на рис. 3, видно, что на первой стадии нагревания образцов нативной и модифицированной древесины модификаторы не оказывают заметного влияния на течение процесса: величины потери массы для немодифицированных и модифицированных подложек примерно одинаковы для всех скоростей нагрева. Лишь при небольшой скорости нагревания – 5°C/мин отмечается незначительное снижение величины потери массы модифицированной древесины по сравнению с нативной. Это можно объяснить увеличением полярности подложки при модифицировании в результате привития гидрокси- и аминогрупп, которые за счет образования системы водородных связей с молекулами воды способствуют ее удержанию на поверхности, но это срабатывает только при медленном нагревании. Испарение воды в этом случае сопровождается дополнительными энергетическими затратами, так как часть энергии расходуется на разрушение образовавшихся водородных связей. При повышении скорости нагревания до 10–20°C/мин положительное влияние модификатора на этот процесс нивелируется.

На второй стадии процесса модификаторы оказывают заметно более существенное влияние на значения величин потери массы испытываемыми образцами (рис. 3). Так, при скорости нагревания 10°C/мин присутствие модификатора в составе подложки позволяет снизить величину потери массы более чем на 10% при использовании для модифицирования состава 2 (рис. 3). Напомним, что именно на второй стадии процесса терморазложения древесины сосны происходит разрушение основного компонента древесины – целлюлозы. При скоростях нагревания 5 и 20°C/мин разница между величинами потери массы образцов модифицированной и нативной древесины менее значительная, однако при всех скоростях нагревания модифицированные образцы испытывают меньшие потери массы, чем немодифицированные. Таким образом, боразотные соединения способствуют повышению устойчивости древесного композита к нагреванию.

Можно предположить, что молекулы модификаторов, химически взаимодействуя с реакционно-способными группами лигноуглеводного комплекса древесины и с продуктами их распада, способствуют укрупнению фрагментов, что приводит к снижению выхода низкомолекулярных соединений, образующих фракцию горючих летучих продуктов. Участие в реакциях модифицирования гидроксильных групп при С6-атоме пиранозного цикла приводит к ингибированию процесса деполимеризации целлюлозы до легковоспламеняющегося промежуточного соединения – левоглюкозана, что также повышает огнестойкость модифицированных образцов. Кроме того, инертные оксиды азота и пары воды, выделяющиеся при разложении компонентов используемых составов, разбавляют газоздушную смесь вблизи поверхности модифицированных образцов и тем самым изолируют их от кислорода воздуха. Образующаяся тонкая пленка оксида бора отражает некоторую часть теплового потока и препятствует выходу летучих продуктов.

На третьей стадии терморазложения происходят процессы окисления карбонизированного остатка. Из рис. 3 видно, что при высоких скоростях нагревания модифицированные образцы имеют несколько более высокие величины потери массы по сравнению с образцами нативной древесины. Это может быть связано с тем, что при более высокой температуре вещества, образующиеся при первичном пиролизе древесины, могут подвергаться вторичным реакциям фрагментации молекул, а также конденсации или полимеризации с образованием новых летучих веществ и вторичного карбонизированного продукта. Наличие модификатора в составе подложки, вероятно, увеличивает выход летучих газообразных продуктов на заключительной стадии, что и приводит к повышению величины потери массы.

Таким образом, боразотные модификаторы поверхности древесины стабилизируют лигноуглеводный комплекс древесины на стадии пламенного горения (второй температурный интервал) и существенно снижают величину потери массы подложки на этом этапе.

Выводы

Снижение горючести органических строительных материалов позволяет, с одной стороны, повысить надежность строительных конструкций, а с другой – расширить области применения этих материалов, в том числе и материалов, в состав которых входит древесина. Изучение возможности повышения термостабильности материалов, содержащих целлюлозу, в первую очередь древесных материалов, и, как следствие, снижение их горючести являются необходимым фактором совершенствования отечественных

технологий. Для получения оптимальных результатов достаточно, чтобы расход модификатора составлял 148–152 г/м², а влажность древесины 6–10%. Оптимальная температура модифицирования 20°С.

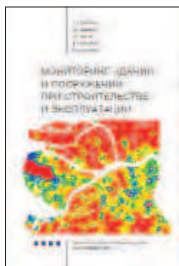
Конечно, при выборе расхода модификатора и породы используемой древесины мы должны учитывать ее происхождение, условия предварительной обработки, выдержки, толщины и качество обрабатываемого пиломатериала, а также назначение и условия дальнейшей эксплуатации. На территории Российской Федерации произрастает порядка 100 видов древесных пород; из многих возводят здания и сооружения различного назначения, которые требуют защиты от возгорания.

Список литературы / References

1. Ter-Zakaryan K.A., Zhukov A.D., Bobrova E.Yu., Bessonov I.V., Mednikova E.A. Foam Polymers in Multifunctional Insulating Coatings. *Polymers*. 2021. Vol. 13. No. 21. 3698. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym13213698>
2. Popov I.I., Shitikova M.V., Levchenko A.V., Zhukov A.D. Experimental identification of the fractional parameter of the fractional derivative standard linear solid model for fiber-reinforced rubber concrete. *Mechanics of advanced materials and structure*. 2023. March. DOI: <https://doi.org/10.1080/15376494.2023.2191600>
3. Ter-Zakaryan K.A., Zhukov A.D., Bessonov I.V., Bobrova E.Y., Pshunov T.A., Dotkulov K.T. Modified polyethylene foam for critical environments. *Polymers*. 2022. Vol. 14. No. 21. 4688. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym14214688>
4. Гудков П., Каган П., Пилипенко А., Жукова Е.Ю., Зиновьева Е.А., Ушаков Н.А. Использование систем теплоизоляции малоэтажных зданий как компонента информационных моделей. *Материалы XXII Международной научной конференции «Строительство – формирование среды обитания» (FORM-2019)*. Ташкент. Узбекистан. 2019. Т. 97. 01039. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199701039>
4. Gudkov P., Kagan P., Pilipenko A., Zhukova E.Yu., Zinov'eva E.A., Ushakov N.A. Ispol'zovanie sistem teploizolyatsii maloetazhnykh zdaniy kak komponenta informatsionnykh modelei. *Materials of the XXII International Scientific Conference "Construction – Habitat Formation" (FORM-2019)*. Tashkent. Uzbekistan. 2019. Vol. 97. 01039. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199701039>
5. Zhukov A., Stepina I., Bazhenova S. Ensuring the durability of buildings through the use of insulation systems based on polyethylene foam. *Buildings*. 2022. Vol. 12. No. 11. 1937. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings12111937> – 10 Nov 2022
6. Umnyakova N. Heat exchange peculiarities in ventilated facades air cavities due to different wind speed.

- Advances and Trends in Engineering Sciences and Technologies II. CRC Press, Taylor & Francis Group. London. UK. 2017.
- Umnyakova N., Chernysheva O. Thermal features of three-layer brick walls. *Proceeding of XXV Polish-Russian – Slovak seminar “Theoretical Foundation of Civil Engineering”*. Zilina, Slovakia. 2016. Vol. 153, pp. 805–809. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.246>
 - Jelle B.P., Gustavsen A., Baetens R. The path to the high-performance thermal building insulation materials and solutions of tomorrow. *Journal of building physics*. Vol. 34. Iss. 2. 2010, pp. 99–123. DOI: <https://doi.org/10.1177/1744259110372782>
 - Ter-Zakaryan K.A., Zhukov A.D. Short overview of practical application and further prospects of materials based on crosslinked polyethylene. In: Thomas J., Thomas S., Ahmad Z. (eds) *Crosslinkable Polyethylene*. Materials Horizons: From Nature to Nanomaterials. Springer, Singapore 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-16-0514-7_12
 - Ibrahim O., Younes R. Progress to global strategy for management of energy systems. *Journal of Building Engineering*. 2018. Vol. 20, pp. 303–316. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.07.020>
 - Jiayu Shang. Construction of Green Community Index System under the Background of Community Construction. *Journal of Building Construction and Planning Research*. 2019. No. 7, pp. 115–125. DOI: <https://doi.org/10.4236/jbcpr.2019.74008>
 - Gnip I.J., Keršulis V.J., Vaitkus S.J. Predicting the deformability of expanded polystyrene in long-term compression. *Mech. Compos. Mater.* 2005. 41 (5), pp. 407–414. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11029-005-0066-0>
 - Nardi L., Perilli S., De Rubeis T., Sfarra S., Ambrosini D. Influence of insulation defects on the thermal performance of walls an experimental and numerical investigation. *Journal of Building Engineering*. 2019. No. 21, pp. 355–365. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.10.029>
 - Shen X., Li L., Cui W., Feng Y. Coupled heat and moisture transfer in building material with freezing and thawing process. *Journal of Building Engineering*. 2018. No. 20, pp. 609–615. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.07.026>
 - Chen I., Sun X., Ren I., Liang W., Wang K. Effects of thermo-oxidative aging on structure and low temperature impact performance of rotationally molded products. *Polymer Degradation and Stability*. 2019. 161, pp. 150–156. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2019.01.016>
 - Лоскутов С.Р., Шапченкова С.Р., Анискина А.А. Термический анализ древесины основных лесообразующих пород Средней Сибири // *Сибирский лесной журнал*. 2015. № 6. С. 17–30. DOI: 10.15372/SJFS20150602
 - Loskutov S.R., Shapchenkova O.A., Aniskina A.A. Termicheskii analiz drevesiny osnovnykh lesoobrazuyushchikh porod Srednei Sibiri. *Sibirskiy lesnoy jurnal*. 2015. No. 6, pp. 17–30. (In Russian). DOI: 10.15372/SJFS20150602

СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА



Мониторинг зданий и сооружений при строительстве и эксплуатации

Авторы: А.Г. Шашкин, К.Г. Шашкин, С.Г. Богов, В.А. Шашкин, М.А. Шашкин
(практическое руководство под редакцией д.г.-м.н. Шашкина А.Г.)
Санкт-Петербург: Георекострукция, 2021. 640 с.

В монографии раскрывается содержание мониторинга механической безопасности при новом строительстве, реконструкции и эксплуатации зданий и сооружений. Показывается значение мониторинга не только как средства контроля за сохранностью городской застройки, но и как профилактического средства, позволяющего своевременно обнаружить и диагностировать негативные тенденции и принять адекватные меры по нормализации технического состояния сооружения. Отмечается необходимость построения мониторинга как интерактивного процесса, базирующегося на компьютерной модели взаимодействия сооружения и основания. Это позволяет корректно интерпретировать результаты мониторинга, а также выполнять обратные расчеты для совершенствования исходных расчетных схем и физических моделей материалов и грунтов.

По вопросам приобретения обращайтесь:

E-mail: georeconstruction@gmail.com WWW: geo-bookstore.ru



Учебное пособие «Промышленное и гражданское строительство. Введение в профессию»

Авторы: Грызлов В.С., Ворожбянов В.Н., Гендлина Ю.Б., Залипаева О.А., Каптюшина А.Г.,
Медведева Н.В., Петровская А.А., Поварова О.А., Чорная Т.Н.
Научный редактор – д-р техн. наук, проф. В.С. Грызлов
Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. 276 с.

Дана общая характеристика профессии строитель. Приведены сведения из истории развития строительной отрасли. Предложено краткое описание видов строительной продукции, особенностей проектирования строительных объектов, технологии и порядка организации возведения зданий и сооружений; раскрыты вопросы менеджмента в строительстве. Подчеркнута важность строительной науки и цифровизации строительной деятельности. Отдельная глава посвящена особенностям организации инженерно-строительного обучения. Для студентов бакалавриата, начавших обучение по направлению «Строительство». Может быть использовано для профориентационной работы с выпускниками школ.

По вопросам приобретения обращайтесь в издательство «Инфра-Инженерия»

Как подготовить к публикации научно-техническую статью

Журнальная научно-техническая статья – это сочинение небольшого размера (до пяти журнальных страниц), что само по себе определяет границы изложения темы статьи.

Необходимыми элементами научно-технической статьи являются:

- постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами;
- анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и на которые опирается автор, выделение ранее не решенных частей общей проблемы, которым посвящена статья;
- формулирование целей статьи (постановка задачи);
- изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных результатов;
- выводы из данного исследования и перспективы дальнейшего поиска в избранном направлении.

Научные статьи рецензируются специалистами. Учитывая открытость журнала «Жилищное строительство» для ученых и исследователей многих десятков научных учреждений и вузов России и СНГ, представители которых не все могут быть представлены в редакционном совете издания, желательно представлять одновременно со статьей отношение ученого совета организации, где проведена работа, к представляемому к публикации материалу в виде сопроводительного письма или рекомендации.

Библиографические списки цитируемой, использованной литературы должны подтверждать следование автора требованиям к содержанию научной статьи.

НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ:

1. Включать ссылки на федеральные законы, подзаконные акты, ГОСТы, СНиПы и др. нормативную литературу. Упоминание нормативных документов, на которые опирается автор в испытаниях, расчетах или аргументации, лучше делать непосредственно по тексту статьи.

2. Ссылаться на учебные и учебно-методические пособия; статьи в материалах конференций и сборниках трудов, которым не присвоен ISBN и которые не попадают в ведущие библиотеки страны и не индексируются в соответствующих базах.

3. Ссылаться на диссертации и авторефераты диссертаций.

4. Самоцитирование, т. е. ссылки только на собственные публикации автора. Такая практика не только нарушает этические нормы, но и приводит к снижению количественных публикационных показателей автора.

ОБЯЗАТЕЛЬНО следует:

1. Ссылаться на статьи, опубликованные за последние 2–3 года в ведущих отраслевых научно-технических и научных изданиях, на которые опирается автор в построении аргументации или постановке задачи исследования.

2. Ссылаться на монографии, опубликованные за последние пять лет. Более давние источники также негативно влияют на показатели публикационной активности автора.

Несомненно, что возможны ссылки и на классические работы, однако не следует забывать, что наука всегда развивается поступательно вперед и незнание авторами последних достижений в области исследований может привести к дублированию результатов, ошибкам в постановке задачи исследования и интерпретации данных.

ВНИМАНИЕ! С 1 января 2020 г. изменены требования к оформлению статей. Обязательно ознакомьтесь с требованиями на сайте издательства в разделе «Авторам»!

Статьи, направляемые для опубликования, должны оформляться в соответствии с техническими требованиями изданий:

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word и сохранен в формате *.doc или *.rtf и не должен содержать иллюстраций;
- графический материал (графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.) должен быть выполнен в графическом редакторе Adobe Illustrator и сохранен в форматах *.ai, *.eps соответственно. Сканирование графического материала и импорт его в перечисленные выше редакторы недопустимо;
- иллюстративный материал (фотографии, коллажи и т. п.) необходимо сохранять в формате *.tif, *.psd, *.jpg (качество «8 – максимальное») или *.eps с разрешением не менее 300 dpi, размером не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale.

Материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться: рекомендательным письмом руководителя предприятия (института); лицензионным договором о передаче права на публикацию; **распечаткой, лично подписанной авторами**; рефератом объемом не менее 100 слов на русском и английском языках; подтверждением, что статья предназначена для публикации в журнале «Жилищное строительство», ранее нигде не публиковалась и в настоящее время не передана в другие издания; сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени, должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов. Иллюстративный материал должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, распечатки файлов.

В 2006 г. в журнале «Строительные материалы»[®] был опубликован ряд статей «Начинающему автору», ознакомиться с которыми можно на сайте журнала www.rifsm.ru/files/avtoru.pdf

Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте издательства <http://rifsm.ru/page/7/> или журнала www.journal-hc.ru/index.php/ru/avtoram

V МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«МОСТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ:
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СТРОИТЕЛЬСТВА
И РЕКОНСТРУКЦИИ»

20–22
СЕНТЯБРЯ 2023



МОСКВА
ОТЕЛЬ HOLIDAY INN SUSCHEVSKY

Организатор конференции



МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

Официальная поддержка



АО ЦНИИТС



ЦНИИПСК | stako
ИМ. Мельникова
с 1989 года



Генеральный спонсор
конференции



Генеральные информационные партнеры



www.fc-union.com, info@fc-union.com, +7 (495) 66-55-014, +7 925 57-57-810

12+



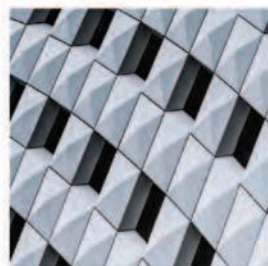


ИнтерСтрой Экспо

МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА
строительных,
отделочных
материалов
и инженерного
оборудования

16 | 17 | 18
АПРЕЛЯ
2024

Санкт-Петербург
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»



КОНГРЕСС ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ IBC

Организатор — компания MVK
Офис в Санкт-Петербурге

MVK Международная
Выставочная
Компания

12+

+7 (812) 401 69 55, interstroyexpo@mvk.ru

Забронируйте стенд:
interstroyexpo.com