



ISSN 0044-4472

12'2021

ЖИЛИЩНОЕ

СТРОИТЕЛЬСТВО

научно-технический и производственный журнал

www.rifsm.ru

www.journal-hc.ru

издается с 1958 г.





Комитет Торгово-промышленной палаты РФ
по предпринимательству в сфере строительства
АО «ЦНИИЭП жилища – институт комплексного проектирования
жилых и общественных зданий» (АО «ЦНИИЭП жилища»)
Объединенная редакция научно-технических журналов
«Жилищное строительство» и «Строительные материалы»®



XII Международная научно-практическая конференция «**InterConPan-2022: индустриальное домостроение для комплексной застройки**»

InterConPan-2022

International Conference of Large-panel Construction

5–6 Апреля 2022 г. / April 5–6, 2022

Белгород / Belgorod



ПРОГРАММА:

- 1-й день** Пленарное заседание
Секции: «Архитектура индустриальных зданий и комплексное развитие территорий»;
«Инновационная технология предприятий индустриального домостроения»
- 2-й день** Выездная сессия
АО «Завод ЖБК-1», Белгород
Объекты строительства:
Комплексная застройка ЖК «Новая Заря»
Коттеджная застройка

ТЕМАТИКА:

- Оборудование и технологии для модернизации предприятий индустриального домостроения
- Инновационные строительные системы
- BIM-технологии в сборном домостроении
- Современные бетоны, добавки и пигменты
- Архитектурно-планировочные решения
- Малоэтажное индустриальное строительство
- Решения фасадов и внутренней отделки
- Качественное и энергоэффективное индустриальное строительство
- Комплексное развитие территорий застройки

Постоянный спонсор

PROGRESS GROUP

Постоянный партнер

ALLBAU
software

Производственный партнер

ЖБК-1
БЕЛГОРОД

К проведению конференции готовятся тематические номера журналов «Жилищное строительство» № 3 и «Строительные материалы» № 3, в которых будут опубликованы основные пленарные и секционные доклады. Представление докладов в виде статей до 01.03.2022 г.

www.interconpan.ru

Организационный комитет: +7 (499) 976-20-36, 976-22-08

kpd-conf@mail.ru; mail@rifsm.ru www.rifsm.ru

Адрес для корреспонденции: 127434, Москва, Дмитровское ш., д. 9, стр. 3, оф. 408, редакция журнала «Жилищное строительство»



!!! Не забудьте подписаться !!! на журналы издательства **СТРОЙМАТЕРИАЛЫ**



www.journal-hc.ru

ISSN 0044-4472

Индекс **70283***



www.journal-cm.ru

ISSN 0585-430X (Print)

ISSN 2658-6991 (Online)

Индекс **70886***



www.rifsm.ru

ISSN 0005-9889

Индекс **85502***

На электронную версию можно подписаться

- на сайтах журналов

<https://journal-cm.ru/index.php/ru/podpiska-2022>

<https://journal-hc.ru/index.php/ru/podpiska-2022>

и издательства www.rifsm.ru в разделе «Подписка» можно оформить подписку на электронную полнотекстовую версию журнала в формате *.pdf. Это позволит вам получать журнал еще до выхода из типографии и быть независимым от почтового ведомства России.

- на сайтах наших партнеров:

elibrary.ru

delpress.ru

www.ivis.ru

www.rucont.ru

Оформить подписку в редакции можно с любого месяца на любой период

Для этого необходимо составить заявку в произвольной форме с указанием названия организации, юридического и почтового адреса и отправить ее на e-mail: mail@rifsm.ru или rifsm@mail.ru

Уважаемые читатели!

Завершается 2021 год! Он был очень трудным для издательства – много личных потерь, много срывов мероприятий и встреч. Но вне зависимости от развития дальнейшей эпидемической и социально-экономической ситуации, научная мысль не остановится, продолжится подготовка специалистов высшей квалификации, люди продолжат строить и создавать, а значит будут востребованы строительные материалы. Следовательно, и журналы издательства «Стройматериалы» будут необходимы для профессиональной деятельности. Очень рассчитываем на вашу поддержку и будем стараться дальше оправдывать ваше доверие!

Оставайтесь с нами!

* Индексы по объединенному каталогу «Пресса России» <https://www.pressa-ru.ru>





СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ НА ПОДПИСКУ ЧЕРЕЗ РЕДАКЦИЮ

Уважаемые подписчики!
Мы подготовили для вас специальное предложение.
При оплате этого счета – доставка **БЕСПЛАТНО!**
Успейте воспользоваться!

Реквизиты поставщика	ООО РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»				
Р/с	40702810238320101351	К/сч	30101810400000000225		
Банк ПАО СБЕРБАНК в г. Москва	ИНН	7702023918	КПП	771401001	БИК 044525225
Поставщик	ООО РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»				К реестру №
Адрес	125319, Москва г., Черняховского ул., дом 9, корп. 1, кв. 1				
Телефон	(499) 976-22-08				Дата получения
Грузополучатель				Акцептован	
Адрес					
Телефон					
Плательщик					
		СЧЕТ №	240 /П-red		
	Дата				Дата

↓ ВЫБРАТЬ	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Цена, руб.	Скидка (%)	Сумма, руб.	Ставка НДС	Сумма с НДС, руб.
	Подписка на журнал «Строительные материалы»® на 2022 г. (№№ 1–2/2022 г. выходят в сдвоенном виде, увеличенным объемом) 12 номеров/11 экз.	Компл.	1	22800		22800		22800
	Почтовые расходы	Компл.	1	2400		2400		2400
	Подписка на журнал «Жилищное строительство» на 2022 г. (№№ 1–2/2022 г. выходят в сдвоенном виде, увеличенным объемом) 12 номеров/11 экз.	Компл.	1	19200		19200		19200
	Почтовые расходы	Компл.	1	2400		2400		2400
	Подписка на журнал «Бетон и железобетон» на 2022 г. 6 номеров/6 экз	Компл.	1	8640		8640		8640
	Почтовые расходы	Компл.	1	1200		1200		1200
	Подписка на комплект журналов издательства: «Строительные материалы»®; «Жилищное строительство»; «Бетон и железобетон» на 2022 г.	Компл.	1	50640		50640		50640
	Почтовые расходы	Компл.	1	3600		3600		3600
							НДС:	–
							Всего к оплате:	

Сумма к оплате прописью _____ руб.



НДС не облагается

Выписал _____

Абакумова Т.А.

Для оплаты данного счета: вырежьте страницу из журнала, отметьте в поле слева выбранную позицию, поставьте дату, адрес получателя и сумму к оплате (в том числе прописью), передайте счет в вашу бухгалтерию.

В платежном поручении нужно указать «Оплата по счету 240/П-ред от (ваша дата)»



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

ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Издается с 1958 г.

12'2021

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)

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)

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

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

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

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

ТИХОНОВ И.Н.,
д-р техн. наук (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 статьи
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.

Градостроительство и архитектура

- А.П. ПИЧУГИН, В.Ф. ХРИТАНКОВ, Е.Г. ПИМЕНОВ, О.Е. СМИРНОВА, М.А. ПИЧУГИН
Реконструкция спальных корпусов архитектурного ансамбля
курорта «Озеро Карачи» 5
- IV Международный форум «Малозэтажная Россия–2021» (Информация) 13
- С.В. ВАВРЕНЮК, А.Э. ФАРАФОНОВ, Н.Я. ЦИМБЕЛЬМАН, В.Г. ВАВРЕНЮК
Определение архитектурно-технической высоты
как признака уникальности зданий 15
- 100+ TechnoBuild в Екатеринбурге (Информация) 21

Подземное строительство

- Н.С. СОКОЛОВ
Один из случаев усиления основания деформированной
противопопзневой подпорной стены 23

Организация строительного производства

- И.М. ЧАХКИЕВ, В.Е. ФРОЛОВА, Л.М. КОЛЧЕДАНЦЕВ, Р.Н. САНДАН
Разработка цифрового проекта организации строительства
на примере складского комплекса 28

Защита населенных пунктов от природных явлений

- А.В. ГИНЗБУРГ, А.В. МАСЛЯЕВ
Защита населенных пунктов при опасных природных явлениях –
главная цель строительной системы России 35

Общие вопросы строительства

- И.И. АКУЛОВА, К.И. ГОНЧАРОВ, К.В. ХАБАРОВ
Методический подход к оценке значимости факторов при прогнозировании
развития экономических систем (на примере рынка жилья) 45
- Указатель статей, опубликованных в журнале «Жилищное строительство» в 2021 г.,
см. на сайте https://journal-hc.ru/images/files/2021/Ukazatel_JS_2021.pdf



На первой странице обложки: картина «Москва. Переулки Арбата» (масло, 1997)
постоянного автора журнала «Жилищное строительство» канд. архитектуры, профессора,
доцента МАРХИ И.А. Прокофьевой.

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

Publisher: «STROYMATERIALY»
Advertising-Publishing Firm, OOO
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 «TSNIEP zhilishcha» (Moscow)*

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

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

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

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

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

GAGARIN V.,
*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)*

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)*

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

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

SUBBOTIN O.,
Doctor of Architecture (Krasnodar)

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

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

The authors

of published materials are responsible for the
accuracy 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 discus-
sion, not sharing the point of view of the author.

Reprinting

and reproduction of articles, promotional and
illustrative 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

12'2021

Town planning and architecture

A.P. PICHUGIN, V.F. KHRITANKOV, E.G. PIMENOV, O.E. SMIRNOVA, M.A. PICHUGIN

Reconstruction of the Sleeping Buildings of the Architectural Ensemble
of the "Lake Karachi" Resort. 5

IV International Forum "Low-Rise Russia-2021" (Information) 13

S.V. VAVRENYUK, A.E. FARAFONOV, N.Y. TSIMBELMAN, V.G. VAVRENYUK
Determination of Architectural and Technical Height as a Sign of Uniqueness of Buildings. 15

100+ Tekhnobuild Construction Forum in Yekaterinburg (Information) 21

Underground construction

N.S. SOKOLOV

One of the Cases of Strengthening the Base of a Deformed Landslide Protection
Retaining Wall 23

Organization of construction works

I.M. CHAKHKIEV, V.E. FROLOVA, L.M. KOLCHEDANTSEV, R.N. SANDAN

Development of a Digital Project for the Organization of Construction
on the Example of a Warehouse Complex 28

Protection of human settlements from natural phenomena

A.V. GINZBURG, A.V. MASLYAEV

Protection of Localities in Hazardous Natural Phenomena is the Main Purpose
of the Russian Construction System. 35

General issues of construction

I.I. AKULOVA, K.I. GONCHAROV, K.V. KHABAROV

Methodological Approach to Assessing the Significance of Factors when Forecasting
the Development of Economic Systems (on the Example of the Housing Market) 45

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 711.168

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-12-5-12>

А.П. ПИЧУГИН¹, д-р техн. наук (gmunsau@mail.ru), В.Ф. ХРИТАНКОВ¹, д-р техн. наук,
Е.Г. ПИМЕНОВ¹, канд. техн. наук; О.Е. СМИРНОВА², канд. техн. наук; М.А. ПИЧУГИН¹, инженер

¹ Новосибирский государственный аграрный университет (630039, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160)

² Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (630008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113)

Реконструкция спальных корпусов архитектурного ансамбля курорта «Озеро Карачи»

Описаны работы по реконструкции и восстановлению спальных корпусов курорта «Озеро Карачи» в Новосибирской области. Реализована предложенная авторами концепция изготовления стеновых блоков из легкого крупнопористого бетона с интегральным расположением крупного заполнителя, существенно отличающаяся от обычных конгломератов по теплофизическим и шумоизолирующим показателям. В качестве крупного заполнителя использован гранулированный заполнитель из растительного сырья и топливного шлака, предварительно обработанный защитными полимерсиликатными составами. Введение в исходную легкобетонную смесь микроармирующих и полимерных добавок обеспечивает увеличение прочности при изгибе крупнопористого бетона в 1,5–2 раза, а также существенно улучшает эксплуатационные характеристики материала. Выполненные работы по ремонту, реконструкции и восстановлению спальных корпусов позволили обеспечить комфортное проживание пациентов в достойных условиях с обеспечением современных требований к объектам санаторно-курортного назначения.

Ключевые слова: архитектурно-планировочные решения, принципы планировки номеров спальных корпусов, ограждающие строительные конструкции, теплоизоляция, шумопоглощение, отделочные материалы.

Для цитирования: Пичугин А.П., Хританков В.Ф., Пименов Е.Г., Смирнова О.Е., Пичугин М.А. Реконструкция спальных корпусов архитектурного ансамбля курорта «Озеро Карачи» // *Жилищное строительство*. 2021. № 12. С. 5–12. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-12-5-12>

A.P. PICHUGIN¹, Doctor of Sciences (Engineering) (gmunsau@mail.ru), V.F. KHRITANKOV¹, Doctor of Sciences (Engineering),
E.G. PIMENOV¹, Candidate of Sciences (Engineering); O.E. SMIRNOVA², Candidate of Sciences (Engineering); M.A. PICHUGIN¹, Engineer
¹ Novosibirsk State Agrarian University (160, Dobrolyubova Street, Novosibirsk, 630039, Russian Federation)
² Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (113, Leningradskaya Street, Novosibirsk, 630008, Russian Federation)

Reconstruction of the Sleeping Buildings of the Architectural Ensemble of the “Lake Karachi” Resort

The work on the reconstruction and restoration of the sleeping buildings of the “Lake Karachi” Resort in the Novosibirsk region is described. The proposed by authors concept of manufacturing wall blocks from light large-porous concrete with an integral arrangement of a large filler, which differs significantly from conventional conglomerates in terms of thermal and noise-insulating indicators, is implemented. As a large filler, a granular filler made of vegetable raw materials and fuel slag, pretreated with protective polymer silicate compositions, was used. The introduction of micro-reinforcing and polymer additives into the initial light concrete mixture provides an increase in the bending strength of large-pored concrete by 1.5–2 times, and also significantly improves the operation characteristics of the material. The work performed on the repair, reconstruction and restoration of sleeping buildings made it possible to provide comfortable accommodation for patients in decent conditions with ensuring modern requirements for sanatorium-resort facilities.

Keywords: architectural and planning solutions, principles of planning of rooms of sleeping buildings, enclosing building structures, thermal insulation, noise absorption, finishing materials.

For citation: Pichugin A.P., Khritanov V.F., Pimenov E.G., Smirnova O.E., Pichugin M.A. Reconstruction of the sleeping buildings of the architectural ensemble of the “Lake Karachi” Resort. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2021. No. 12, pp. 5–12. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-12-5-12>

В статьях данного цикла приведено описание реконструкции и восстановления архитектурного курортного комплекса «Озеро Карачи», находящегося в Новосибирской области, в частности главного корпуса со столовой и киноконцертным залом, а также водогрейзелечебницы [1–4].

До начала работ по реконструкции спальных корпусов курорта было осуществлено обследование отдельных строительных элементов и частей зданий.

Картина складывалась достаточно неприглядная: спальные номера (палаты) не имели никаких бытовых удобств и в них размещалось от четырех–семи до двадцати кроватей. Редко где были старые гардеробы, трюмо и стулья. Санитарно-бытовые помещения и туалеты находились «в конце коридора» [1, 2].

Особенно подверженными коррозионному разрушению были корпуса № 1 и 2. Состояние стен, полов, перекрытий, перегородок и других элементов имели

износ от 50 до 90%. Значительному разрушению подверглись фундаменты этих зданий, выполненные в свое время из бутобетонной кладки и пришедшей в ходе эксплуатации к фактически полной потере несущей способности. Реконструировать в этих условиях данные объекты не представлялось рациональным. Поэтому были оставлены колоннады с портиками входных групп, а сами конструкции, включая стены, перекрытия и фундаменты, были полностью заменены. При этом в объеме старых двух этажей удалось разместить три новых этажа повышенной комфортности [1, 3–7].

Корпуса № 9 и 10 находились в лучшем сохранном состоянии и потребовали только лишь перепланировки и модернизации. В них были организованы новые перегородки, туалетные комнаты, лифтовые шахты и прочие компоненты для обеспечения нормального отдыха пациентов [1–3].

Реконструкция спальных корпусов и организация отдыха на курорте «Озеро Карачи» осуществлялись в соответствии с целым комплексом социальных, возрастных и антропометрических параметров и требований, обеспечивающих качественное пребывание пациентов в период лечения. При этом вне зависимости от социального и материального уровня людей, создавалась комфортная среда и достойное обеспечение всеми необходимыми коммунально-бытовыми устройствами для проживания. Так, все планировочные решения были подчинены единому правилу: в однокомнатном номере не должно быть более двух пациентов; обязательны в каждом номере прихожая с гардеробом, туалет с душевой кабиной и умывальником; кроме того, номера обязательно укомплектованы телевизором, выходом в Интернет, холодильником, письменным столом и креслом для отдыха. Этот минимальный набор потребовал перестройки всех ранее существовавших спальных корпусов вплоть до их полного сноса и возведения на их месте новых, отвечающих требованиям повышенной комфортности. Такой подход определил минимальные размеры спальных помещений для однокомнатных двухместных номеров не менее 18–20 м² при общей площади в 25–35 м².

Основные требования, сформулированные в ходе опросов и анализа работы других санаторно-курортных учреждений, к номерам для проживания пациентов в период лечения на курорте могут быть представлены в виде нескольких групп: социально-психологические, медицинские, эргономические, средовые и типологические. В свою очередь, все они должны подчиняться целому ряду принципиальных условий, главными из которых являются: безопасность, автономность, доступность, структурность, универсальность и ассоциативность. Учитывая широкий спектр пациентов по профессиям и характеру

труда, возрасту, уровню образования и степени восприятия тех или иных новаций, организация спальных мест должна быть максимально универсальной и в то же время автономной для создания благоприятных условий для каждого члена лечащегося сообщества. Только при соблюдении этих основополагающих и других специфических принципов можно было получить действительно положительный результат в ходе лечения и пребывания в санаторно-курортном заведении [3–8].

Вот эти принципиальные подходы и были положены в основу проектных и конструкторских решений спальных корпусов курорта, которые соединены теплыми переходами не только между собой и главным корпусом, но и с грязелечебницей, блоками физиотерапевтических процедур, СПА-салонами и водно-развлекательным комплексом «Фламинго». Кроме того, повсеместно обеспечена так называемая доступная среда и устроены лифты или специальные подъемники для инвалидов или людей с ограниченными возможностями; ликвидированы пороги и другие препятствия. В ходе реконструкции гостиничный комплекс был сформирован из следующих вариантов для проживания:

- номера 1-й категории двухместного размещения;
- номера категории джуниор сюит двухместного размещения;
- номера 1-й категории одноместного размещения;
- номера 1-й категории одноместного улучшенного размещения;
- номера категории джуниор сюит одноместного размещения;
- номера категории люкс.

Все это в совокупности с рапой озера Карачи, уникальной сульфидно-иловой озерной грязью, популярной во всей России лечебно-столовой минеральной водой «Карачинская», лечебной йодобромной минеральной водой, уникальным микроклиматом со значительным количеством микроландшафтных зон, а также разнообразным питанием и высококвалифицированным персоналом обеспечивает комфортное и приятное проживание и оздоровление пациентов. На рис. 1 представлен фрагмент планировочных решений и фасада одного из спальных корпусов данного объекта.

На рис. 2 приведены варианты обустройства отдельных спальных номеров, включая прихожие зоны и санитарно-гигиенические комнаты.

Известно, что для комфортабельного проживания в спальных помещениях здания должны обладать достаточной тепловой и противозвучной защитой. Учитывая повышенные требования к теплотехническим и звукоизолирующим показателям ограждающих конструкций, при разработке стен и перегородок

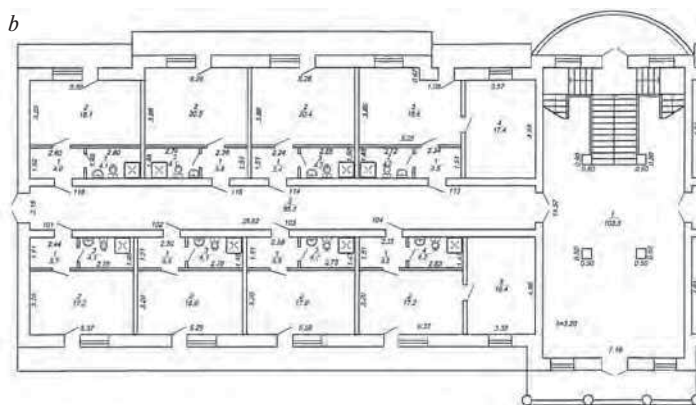


Рис. 1. Фрагмент фасада реконструированного корпуса с реставрацией колоннады здания (а) и примеры планировочного решения спальных комнат (б)

Fig. 1. A fragment of the facade of the reconstructed building with the restoration of the colonnade of the building (a) and examples of the planning solution of bedrooms (b)



Рис. 2. Интерьеры и внутреннее обустройство спальных номеров
Fig. 2. Interiors and interior arrangement of sleeping rooms

были использованы легкобетонные блоки из крупнопористого бетона с интегральным расположением пористой структуры. В качестве крупного пористого заполнителя использовались гранулы из местного органического сырья: отходы деревообработки, камыша, соломы, коры, торфа и др., а также топливные шлаки и керамзитовый гравий. Такие легкие беспесчаные крупнопористые бетоны характеризуются пониженной средней плотностью, улучшенными тепло-техническими и акустическими свойствами. При этом

решается важная задача обеспечения комплексного подхода к внедрению наилучших доступных технологий как в рамках экологической, так и промышленной политики [9–11].

Изучены физико-технические свойства гранулированного заполнителя из органического и минерального сырья и разработаны мероприятия для повышения эксплуатационных свойств легких бетонов, включающие обработку поверхности гранул и упрочнение контактной зоны цементного камня и

Таблица 1
Table 1

Свойства крупного заполнителя различного гранулометрического состава после обработки микроармирующими минеральными фрагментами и полимерсиликатной композицией
Properties of a large aggregate of various granulometric composition after treatment with micro-reinforcing mineral fragments and a polymer-silicate composition

Свойства шлакового заполнителя после предварительной обработки в зависимости от расхода компонентов	Гранулометрический состав крупного заполнителя, обработанного микроармирующими минеральными фрагментами, мм				Гранулометрический состав крупного заполнителя, обработанного полимерсиликатной композицией, мм			
	5–40	5–10	10–20	20–40	5–40	5–10	10–20	20–40
Расход микроармирующих, минеральных фрагментов от массы заполнителя, %	10–15	10–15	7–14	4–8	–	–	–	–
Расход полимерсиликатной композиции от массы заполнителя, %	–	–	–	–	8–10	6–9	5–7	4–6
Насыпная плотность, кг/м ³	680–810	720–780	585–665	460–560	670–810	710–770	580–650	450–550
Прочность при сдавливании в цилиндре, МПа*	$\frac{1,25-1,35}{1,2-1,3}$	$\frac{1,65-1,75}{1,6-1,7}$	$\frac{1,35-1,46}{1,3-1,4}$	$\frac{1,05-1,16}{1-1,1}$	$\frac{1,5-1,6}{1,2-1,3}$	$\frac{1,8-1,9}{1,6-1,7}$	$\frac{1,6-1,7}{1,3-1,4}$	$\frac{1,4-1,5}{1-1,1}$
Водопоглощение за 24 ч, %	18–47	16–23	15–31	23–38	14–39	5–7	6–8	8–12

* Над чертой указаны значения после обработки, под чертой – до обработки.

заполнителя. Разработаны способы микроармирования цементного камня минеральными составами и установлены рациональные соотношения добавок направленного действия. Исследованы зависимости прочности, теплопроводности и других свойств крупнопористых легких бетонов на органоминеральных заполнителях от содержания компонентов и структуры материала. Изучено влияние многослойной макроструктуры стеновых легкобетонных блоков из крупнопористого бетона на гранулированных заполнителях с дискретным изменением плотности слоев на их эксплуатационные свойства. Разработаны технологические принципы и оптимальные режимы изготовления стеновых многослойных блоков из крупнопористых бетонов [10–13].

При этом установлен эффект повышения прочности крупнопористого бетона при изгибе в 1,5–2 раза в результате предварительной обработки гранул заполнителя пленкообразующей полимерсиликатной композицией и введения в исходную смесь перед затворением водой микроармирующих добавок в количестве 7–10% мас. цемента. Эффект достигается за счет повышения прочности заполнителя, микроармирования цементного камня, дополнительного образования и кристаллизации продуктов гидратации портландцемента на волокнах хризотила, что сопровождается увеличением микротвердости контактных зон на 20–25% [10–13].

Установлено, что технология крупнопористого легкого бетона на органоминеральных заполнителях с микроармирующими добавками способствует снижению плотности бетона за счет применения легких пористых заполнителей и пониженного расхода

минерального вяжущего вещества. Эта технология позволяет получить конструктивно-теплоизоляционные бетоны с повышенными теплоизоляционными свойствами и улучшенными эксплуатационными характеристиками. Установлено, что предварительная обработка крупного гранулированного заполнителя позволяет повысить его прочность в 1,2–1,4 раза и уменьшить водопоглощение (табл. 1).

Показано, что повышенные эксплуатационные свойства стеновых блоков из легких крупнопористых бетонов на гранулированных органоминеральных заполнителях достигаются за счет создания многослойной структуры с плотностью слоев: центрального – 450–560 кг/м³; промежуточного – 580–650 кг/м³; наружного – 710–780 кг/м³ – в результате их совместного формования и виброуплотнения. Такая структура обеспечивает достижение средней прочности изделия 5–6,5 МПа при прочности центрального слоя 2–2,8 МПа; промежуточного – 4,5–5,1 МПа; наружного – 7,2–7,9 МПа.

Установлено, что коэффициент теплопроводности легкого крупнопористого бетона на органоминеральных гранулированных заполнителях имеет повышенные значения по сравнению с традиционным легким бетоном. Получены значения коэффициентов теплопроводности крупнопористого бетона на гранулированных заполнителях различных фракций: 5–10 мм – 0,25–0,32 Вт/(м·°C); 10–20 мм – 0,18–0,27 Вт/(м·°C); 20–40 мм – 0,12–0,19 Вт/(м·°C).

Комбинация сообщающихся макропор различного диаметра, образованных крупным заполнителем, способствует увеличению коэффициента звукопоглощения многослойных стеновых блоков из круп-

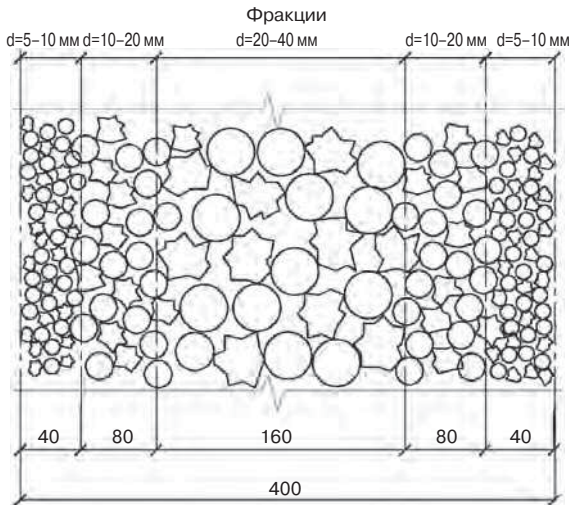


Рис. 3. Модель многослойной структуры стенового блока из крупнопористого легкого бетона на гранулированных заполнителях с дискретным изменением плотности слоев

Fig. 3. A model of the multilayer structure of a wall block made of coarse-pored light concrete on granular fillers with a discrete change in the density of layers

нопористого бетона с зональным изменением межзернового пространства при размере гранул заполнителя от 5 мм в наружном слое до 40 мм в центре изделия в 4–8 раз по сравнению с блоками из керамзитобетона плотной структуры. Введение в исходную смесь перед затворением водой сухих минеральных микроармирующих добавок приводит к дополнительному увеличению коэффициента звукопоглощения стеновых многослойных блоков из крупнопористого бетона путем расширения пористой структуры волокнами хризотила и его трубчатыми элементарными кристаллами в 2,5–5 раз в зависимости от фракционного состава [12–13].

В целях предотвращения конденсационного увлажнения конструкций на внутренней поверхности стен или внутри массива в результате диффузии водяных паров воздуха и способности материала поглощать влагу из воздуха были выполнены расчетные исследования ограждений с различными проектными решениями и подсчитаны перепады парциального давления для климатических условий Новосибирской области: расчетная температура внутри помещения 18°C , а наружного воздуха в зимний период, по нормативным данным, -39°C . Известно, что в однородной стене конденсат не образуется при условии, что температура внутренней поверхности ограждения выше точки росы. Проведены расчеты на конденсатообразование путем построения трех кривых: t – линии фактического распределения

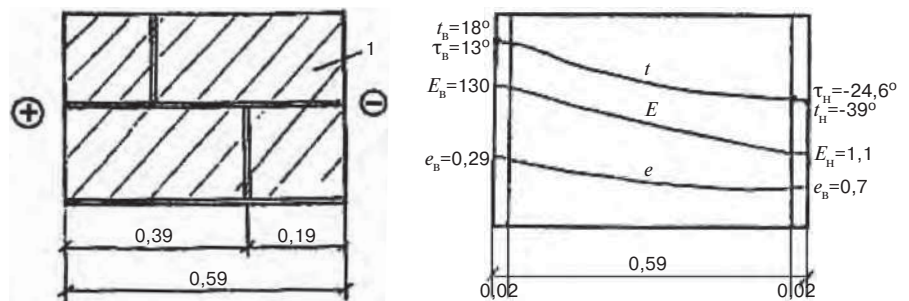


Рис. 4. Условия влажностного режима стен и возможности образования конденсата: t – распределение температуры; E – линия изменения парциального давления водяного пара; e – фактическое парциальное давление водяного пара

Fig. 4. Conditions of the humidity regime of the walls and the possibility of condensation formation: t is the temperature distribution; E is the line of change in the partial pressure of water vapor; e is the actual partial pressure of water vapor

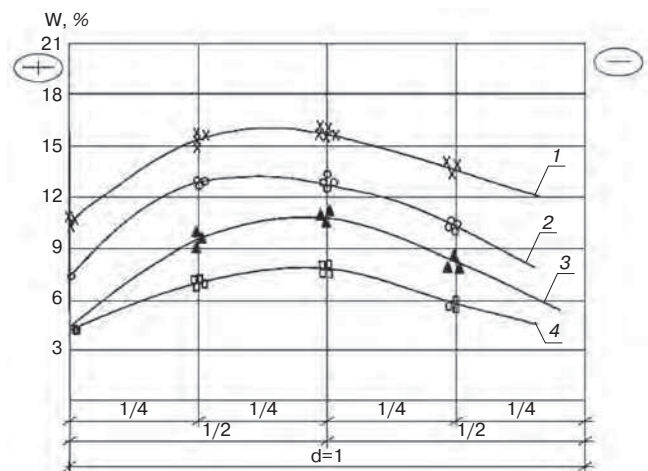


Рис. 5. Распределение влажности по толщине стеновых пористых материалов: 1 – газобетон; 2 – шлакобетон; 3 – крупнопористый легкий керамзитобетон; 4 – крупнопористый легкий бетон на гранулированном заполнителе с дискретным изменением плотности слоев

Fig. 5. Moisture distribution over the thickness of wall porous materials: 1 – aerated concrete; 2 – slag concrete; 3 – large-pored light expanded clay concrete; 4 – coarse-pored light concrete on a granular filler with a discrete change in the density of layers

Таблица 2
Table 2Звукопоглощающая способность легких бетонов на гранулированном заполнителе
Sound-absorbing ability of light concretes on granular aggregate

Наименование материала	Коэффициент звукопоглощения при частоте звука (Гц)								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Войлок (эталон)	0,16	0,18	0,36	0,71	0,78	0,83	0,85	0,87	
Керамзитобетон плотной структуры	0,03	0,04	0,06	0,06	0,08	0,12	0,14	0,16	
Крупнопористый легкий бетон на гранулированном заполнителе	фракция 5–10 мм	0,15	0,19	0,24	0,28	0,35	0,48	0,51	0,54
	фракция 10–20 мм	0,21	0,2	0,29	0,33	0,39	0,42	0,55	0,57
	фракция 20–40 мм	0,23	0,27	0,34	0,37	0,41	0,43	0,59	0,64



Рис. 6. Внешний вид спальных корпусов № 9 и 2 (а, б) и галереи-перехода (с, д)

Fig. 6. Appearance of sleeping buildings No. 9 and No. 2 (a, b) and the transition gallery (c, d)

температуры в стене; E – линии измерения насыщенного парциального давления водяного пара; e – линии фактического парциального давления водяного пара, определяемого по формуле:

$$e = e_x - \frac{e_x - e}{R} (\sum R_n - R_{e,n}), \quad (1)$$

где e_x – парциальное давление водяного пара в производном сечении; $R_{e,n}$ – сопротивление влагообмену на внутренней поверхности ограждающей конструкции; $\sum R_n$ – сумма сопротивлений паропрооницанию

слоев конструкции, расположенных между внутренней поверхностью и рассматриваемым сечением.

R_n вычисляется по формуле:

$$R_n = \delta / \mu, \quad (2)$$

где δ – толщина слоя; μ – коэффициент паропрооницаемости материала.

Конденсат внутри стены может выпадать, если разные по тепловому сопротивлению слои конструкции расположены неправильно: если изнутри установлен слой утеплителя, в результате чего образуется

зона конденсата, то линии E и e пересекаются. При расположении слоя утеплителя снаружи, зона конденсации не образуется, так как линии E и e не пересекаются (рис. 4).

Распределение влажности в конструкциях из крупнопористого легкого бетона на гранулированном заполнителе в сравнении с традиционными стеновыми материалами приведено на рис. 5.

Было выдвинуто предположение, что структура материала, представляющая собой комбинацию сообщающихся макропор различного диаметра, образованных межзерновым пространством заполнителя, и микропор, образованных волокнами хризотила, положительно влияет на его акустические характеристики. Установлен эффект увеличения коэффициента звукового поглощения в диапазоне звуковых частот 63–8000 Гц в 4–8 раз по сравнению с керамзитобетоном плотной структуры при оптимальном составе крупного комбинированного заполнителя на основе гранул (табл. 2).

Кроме того, многослойные стеновые блоки из крупнопористого легкого бетона с дискретным изменением плотности слоев при размере гранул заполнителя от 5 мм в наружном слое до 40 мм в центре характеризуются повышенным коэффициентом звукопоглощения по сравнению с блоками на монофракционных составах.

Составы легкого бетона с гранулированным органическим заполнителем, предварительно обработанным полимерсиликатной композицией и отходами хризотилцемента, полученные с применением математической оптимизации и рационального планирования эксперимента, обеспечивают получение бетонов с высокими эксплуатационными свойствами [11–14]:

- предел прочности при сжатии – 2,5–7,7 МПа;
- средняя плотность – 440–740 кг/м³;
- коэффициент теплопроводности – 0,12–0,32 Вт/(м·°С);

Список литературы

1. Хританков В.Ф., Пичугин А.П., Пименов Е.Г., Смирнова О.Е. Реконструкция архитектурного ансамбля курорта «Озеро Карачи» в Новосибирской области // *Жилищное строительство*. 2020. № 4–5. С. 33–38. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-4-5-33-382>
2. Хританков В.Ф., Пичугин А.П., Пчельников А.В., Смирнова О.Е. Реконструкция главного корпуса архитектурного ансамбля курорта «Озеро Карачи» // *Жилищное строительство*. 2020. № 8. С. 9–15. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-8-9-15>
3. Субботин О.С. Проблемы сохранения архитектурно-градостроительного наследия в услови-

- морозостойкость – 35–50 циклов;
- водопоглощение – 23–36 мас. %.

Данные материалы были использованы при реконструкции архитектурного ансамбля курорта «Озеро Карачи» при устройстве стен, перегородок и заполнений каркасных переходов, соединяющих отдельные объекты. На рис. 6 представлены некоторые объекты курорта.

Таким образом, эффективно использование материалов и технологий при реконструкции объектов архитектурного наследия курорта «Озеро Карачи», включая легкобетонные блоки из крупнопористого бетона на гранулированном органоминеральном заполнителе с полимерсиликатной обработкой и микроармирующими добавками направленного действия. Такие стеновые материалы обеспечивают увеличение прочности гранул в 1,2–1,4 раза в зависимости от фракции заполнителя; уменьшение расхода цемента в 1,5 раза и снижение водопоглощения заполнителя в 2,5–5 раз в зависимости от фракционного состава.

Создание прочной пленки с высокой адгезией к поверхности крупного пористого заполнителя достигается использованием полимерсиликатной композиции, представляющей собой модифицированную жидким стеклом дисперсию ПВА в соотношениях по массе: дисперсия ПВА (30–45%); жидкое стекло (45–65%); вода (5–10%), обладающей повышенной вязкостью по сравнению с моносоставами, что позволяет снизить ее расход. Введение в исходную легкобетонную смесь до затворения водой микроармирующих добавок в количестве 8–12% от массы цемента обеспечивает увеличение прочности при изгибе крупнопористого бетона в 1,5–2 раза. Выполненные работы по ремонту, реконструкции и восстановлению спальных корпусов позволили обеспечить комфортное проживание пациентов в достойных условиях с обеспечением современных требований к объектам санаторно-курортного назначения.

References

1. Khritankov V.F., Pichugin A.P., Pimenov E.G., Smirnova O.T. Reconstruction of the architectural ensemble of the resort "Lake Karachi" in the Novosibirsk Region. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 4–5, pp. 33–38. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-4-5-33-38>
2. Khritankov V.F., Pichugin A.N., Pchelnikov A.V., Smirnova O.E. Reconstruction of the main building of the architectural ensemble of the resort "Lake Karachi". *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 8, pp. 9–15. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-8-9-153>
3. Subbotin O.S. Problems of preserving architectural and urban heritage in the conditions of a modern city (on the

- ях современного города (на примере Краснодара) // *Жилищное строительство*. 2017. № 7. С. 35–40.
4. Бедов А.И., Знаменский В.В., Габитов А.И. Оценка технического состояния, восстановление и усиление оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. М.: АСВ, 2014. 924 с.
 5. Щенков А.С. Реконструкция исторической застройки в Европе во второй половине XX века: историко-культурные проблемы. М.: Ленанд, 2011. 280 с.
 6. Касьянов В.Ф. Реконструкция жилой застройки городов. М.: АСВ, 2005. 224 с.
 7. Горячев О.М., Прыкина Л.В. Особенности возведения зданий в стесненных условиях. М.: Academia, 2003. 272 с.
 8. Долгова В.О. Проблема сохранения архитектурных и ландшафтных объектов культуры и исторического наследия в малых городах России // *Градостроительство*. 2013. № 4 (26). С. 73–77.
 9. Хританков В.Ф., Пичугин А.П., Смирнова О.Е., Шаталов А.А. Использование наноразмерных добавок в бетонах и строительных растворах для обеспечения адгезии при ремонтных работах // *Наука о Земле*. 2019. Т. 17. № 1. С. 131–140.
 10. Субботин О.С., Хританков В.Ф. Эффективное применение энергосберегающих конструкций и материалов в малоэтажных жилых зданиях // *Жилищное строительство*. 2008. № 12. С. 20–23.
 11. Пименов Е.Г., Пичугин А.П., Хританков В.Ф., Денисов А.С. Физико-химические исследования процессов снижения открытой пористости крупного заполнителя бетонов // *Известия вузов. Строительство*. 2016. № 10–11. С. 22–31.
 12. Пичугин А.П., Денисов А.С., Хританков В.Ф., Пименов Е.Г. Роль микроармирования в обеспечении эксплуатационных характеристик крупнопористого легкого бетона // *Известия вузов. Строительство*. 2016. № 12. С. 5–15.
 13. Пичугин А.П., Хританков В.Ф., Кудряшов А.Ю., Пименов Е.Г. Технологические возможности использования отходов теплоэнергетики в сельском строительстве // *Инновации и продовольственная безопасность*. 2017. № 4. С. 45–53.
 14. Пичугин А.П., Хританков В.Ф., Смирнова О.Е., Пименов Е.Г., Никитенко К.А. Защитно-отделочные составы и композиции для ремонтных работ и обеспечения долговечности зданий // *Известия вузов. Строительство*. 2019. № 9. С. 109–122.
- example of Krasnodar). *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 7, pp. 35–40. (In Russian).
4. Bedov A.I., Znamensky V.V., Gabitov A.I. Otsenka tekhnicheskogo sostoyaniya, vosstanovlenie i usilenie osnovanii i stroitel'nykh konstruksii ekspluatiruemyykh zdaniy i sooruzheniy [Assessment of the technical condition, restoration and strengthening of the foundations and construction structures of operated buildings and structures]. Moscow: ASV. 2014. 924 p.
 5. Schenkov A.S. Rekonstruktsiya istoricheskoi zastroyki v Evrope vo vtoroi polovine XX veka: Istorigo-kul'turnye problem [Reconstruction of historical buildings in Europe in the second half of the XX century: Historical and cultural problems]. Moscow: Lenand. 2011. 280 p.
 6. Kasyanov V.F. Rekonstruktsiya zhiloi zastroyki gorodov [Reconstruction of residential buildings in cities]. Moscow: ASV. 2005. 224 p.
 7. Goryachev O.M., Prykina L.V. Osobennosti vozvedeniya zdaniy v stesnennykh usloviyakh [Features of the construction of buildings in stressful conditions]. Moscow: Academia. 2003. 272 p.
 8. Dolgova V.O. The Problem of preserving architectural and landscape objects of culture and historical ice in small cities of Russia. *Gradostroitel'stvo*. 2013. No. 4 (26), pp. 73–77. (In Russian).
 9. Hritankov V.F., Pichugin A.P., Smirnova O.E., Shatalov A.A. Use of nano-dimensional additives in concrete and building solutions to ensure adhesion during repair work. *Nauka o Zemle*. 2019. Vol. 17. No. 1, pp. 131–140. (In Russian).
 10. Subbotin O.S., Khritankov V.F. Effective use of energy-saving structures and materials in low-rise residential buildings. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2008. No. 12, pp. 20–23. (In Russian).
 11. Pimenov E.G., Pichugin A.P., Khritankov V.F., Denisov A. S., Physico-chemical studies of the processes of reducing the open porosity of a large concrete filler. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*. 2016. No. 10–11, pp. 22–31. (In Russian).
 12. Pichugin A.P., Denisov A.S., Pimenov E.G. The role of micro-reinforcement in ensuring the operational characteristics of large-pored light concrete. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*. 2016. No. 12, pp. 5–15. (In Russian).
 13. Pichugin A.P., Khritankov V.F., Kudryshov A.Yu., Pimenov E.G. Technological possibilities of using heat and power engineering waste in rural construction. *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost'*. 2017. No. 4, pp. 45–53. (In Russian).
 14. Pichugin A.P., Hritankov V.F., Smirnova O.E., Pimenov E.G., Nikitenko K.A. Shield-finishing compositions and compositions for repair work and ensuring the longevity of buildings. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*. 2019. No. 9, pp. 109–122. (In Russian).

IV Международный форум «Малоэтажная Россия–2021»

IV International Forum "Low-Rise Russia-2021"

29–30 ноября 2021 года в Торгово-промышленной палате Российской Федерации в смешанном формате состоялся IV Международный форум «Малоэтажная Россия – 2021». Ключевой темой мероприятия стало развитие малоэтажного и индивидуального жилищного строительства в Российской Федерации.

Организаторами форума выступила Торгово-промышленная палата РФ, АО «НИЦ «Строительство», Российский Союз строителей, Национальное объединение строителей, Национальное объединение проектировщиков и изыскателей, Союз проектировщиков России, Союз сельских строителей, Национальное объединение участников строительной индустрии,

Национальное объединение застройщиков жилья, Национальное агентство малоэтажного и коттеджного строительства, Агентство инновационных стратегических технологий, консалтинговое агентство «Строй без потерь» и др.

Форум состоял из шести тематических круглых столов и пленарного заседания. В рамках программы участники обсудили финансовые инструменты для улучшения жилищных условий, региональный опыт застройщиков малоэтажного домостроения, современные технологии, материалы и конструкции для малоэтажного и индивидуального жилищного строительства, а также развитие инфраструктуры и создание комфортной среды при разработке программ комплексного развития территорий.

Большой интерес участников вызвал круглый стол «Современные технологии, материалы и конструкции для малоэтажного и индивидуального жилищного строительства», где были представлены реализованные проекты и новые разработки в области Prefab-технологий, модульного строительства, современного оборудования для малоэтажного индустриального домостроения, инновационные строительные материалы и технологии и др. Следует отметить, что, несмотря на





сильное подорожание, на рынке ИЖС активно продвигаются домокомплекты из деревянных конструкций.

Проект «OPEN VILLAGE» – выставка-продажа домов в поселке со сложившейся инфраструктурой, представленный на круглом столе «Региональный опыт застройщиков малоэтажного домостроения и ИЖС», вызвал немалый интерес собравшихся. В дискуссии участники пришли к выводу, что такие площадки, когда конечный потребитель может приехать и в «натурных условиях» увидеть процесс стройки, выбрать конструктив и материалы, оценить качество, скорость и компетентность подрядчика, необходимо создавать во всех регионах России.

Коллеги из Челябинска представили проект «L-TOWN» – город-спутник мегаполиса, созданный в соответствии с принципами нового урбанизма, основной целью которого ставилось обеспечение жителей Челябинска реальной альтернативой переезду в другие регионы. Этот проект получил награду «Поселок года 2021».

Также были представлены реализованные проекты поселков ИЖС в Подмосковье, Санкт-Петербурге, Иркутске, Кирове, Пензе, Новосибирске и других городах. Это позволяет заключить, что такой формат строительства актуален и востребован.

30 ноября в Конгресс-центре ТПП РФ прошло пленарное заседание. Мероприятие провел председатель Коми-

тета ТПП РФ по предпринимательству в сфере строительства **Е.В. Басин**.

На заседании выступили министр строительства и ЖКХ РФ **И.Э. Файзуллин**, президент ТПП РФ **С.Н. Катьрин**, первый вице-президент Российского Союза строителей **В.А. Дедюхин** и др.

За последние годы в сфере индивидуального жилищного строительства произошли коренные изменения. Так, за десять месяцев 2021 г. его доля в общем объеме жилищного строительства в стране составила 56%. В настоящее время динамично развивается законодательная база отрасли; недавно был опубликован законопроект о внесении изменений в Градостроительный кодекс, касающихся ИЖС. Ожидается, что его примут до конца 2021 г. Также была подчеркнута острая необходимость принятия федеральной программы по развитию ИЖС, которая во многом станет подзаконным актом для упомянутого законопроекта. Программа призвана решить многие вопросы на региональном уровне, в том числе предоставление земельных участков, обеспечение социальной, коммунальной инфраструктурой малоэтажного домостроения, создание региональных операторов ИЖС и т. д.

По итогам международного форума «Малоэтажная Россия – 2021» будут подготовлены рекомендации по развитию сферы ИЖС как для бизнеса, так и для государства, в том числе в лице Министерства строительства и ЖКХ РФ.



УДК 728.03

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-12-15-20>

С.В. ВАВРЕНЮК¹, член-корр. РААСН, д-р техн. наук (svvn59@mail.ru),
А.Э. ФАРАФОНОВ¹, инженер (alexeyfar@mail.ru);
Н.Я. ЦИМБЕЛЬМАН², канд. техн. наук, советник РААСН (nikzimb@mail.ru),
В.Г. ВАВРЕНЮК², канд. техн. наук (svvn59@mail.ru)

¹ Филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» Дальневосточный научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт по строительству (Филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» ДальНИИС) (690033, г. Владивосток, ул. Бородинская, 14)

² Дальневосточный федеральный университет (ДФУ) (690922, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10)

Определение архитектурно-технической высоты как признака уникальности зданий

Приводится обоснование метода определения архитектурно-технической высоты зданий как признака уникальности с учетом особенностей рельефа и компоновки подземной части здания. Выполнен анализ правовых актов и нормативно-технической документации на предмет идентификации зданий и сооружений по признакам уникальности. Известно, что Градостроительный кодекс (ГК) РФ определяет условия отнесения зданий и сооружений к уникальным по следующим параметрам: высота, пролет, наличие консоли, заглубление подземной части. При этом ГК не содержит определений и методов измерений этих параметров. В результате признаки уникальности по указанным параметрам определяются сводами правил (СП), где определения термина «высота» строительного объекта имеют существенные различия по смыслу и методам измерений, в том числе и в пределах одного СП. Наиболее существенные противоречия возникают при идентификации разноуровневых зданий террасного типа, поскольку строительные нормы составлены без учета архитектурной типологии террасного строительства. Неверная интерпретация методов определения высоты зданий может привести к ситуации, когда любой одноэтажный многоуровневый объект большой протяженности, построенный на склоне, формально может быть идентифицирован как уникальный, хотя очевидно таковым не является. Во избежание ошибок идентификации зданий на уникальность вычисления высоты здания следует выполнять с учетом поуровневой компоновки частей здания, обусловленной его встраиванием в существующий склон и особенностями восприятия и передачи нагрузок от конструкций здания на основание.

Ключевые слова: уникальные здания и сооружения, идентификация, заглубление подземной части, высота, пролет, консоль, здания террасного типа, поуровневая компоновка, расчетная высота, архитектурно-техническая высота.

Для цитирования: Вавренюк С.В., Фарафонов А.Э., Цимбельман Н.Я., Вавренюк В.Г. Определение архитектурно-технической высоты как признака уникальности зданий // *Жилищное строительство*. 2021. № 12. С. 15–20. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-12-15-20>

S.V. VAVRENYUK¹, Doctor of Sciences (Engineering) (svvn59@mail.ru), A.E. FARAFONOV¹, Engineer (alexeyfar@mail.ru);
N.Y. TSIMBELMAN², Candidate of Sciences (Engineering) (nikzimb@mail.ru), V.G. VAVRENYUK², Candidate of Sciences (Engineering) (svvn59@mail.ru)
¹ Branch of FGBU «TsNIIP Ministry of Construction of Russia» Far Eastern Research, Design and Technological Institute for Construction (Branch of FGBU TsNIIP Ministry of Construction of Russia DalNIIS) (14, Borodinskaya St., Vladivostok, 690033, Russian Federation)
² Far Eastern Federal University (FEFU) (10, Ajax, Russky Fr., Vladivostok, 690922, Russian Federation)

Determination of Architectural and Technical Height as a Sign of Uniqueness of Buildings

The article provides the substantiation of the method for determining the architectural and technical height of buildings as a sign of uniqueness, taking into account the features of the relief and the layout of the underground part of the building. The analysis of legal acts and regulatory and technical documentation for the identification of buildings and structures on the grounds of uniqueness has been carried out. It is known that the Urban Planning Code (GC) of the Russian Federation determines the conditions for classifying buildings and structures as unique in the following parameters: height, span, presence of a console, deepening of the underground part. At the same time, the GC does not contain definitions and methods for measuring these parameters. As a result, the signs of uniqueness according to the specified parameters are determined by codes of practice (RV), where the definitions of the term "height" of a construction object have significant differences in meaning and measurement methods, including, and within one joint venture. The most significant contradictions arise when identifying multi-level buildings of terraced type, since building codes were drawn up without taking into account the architectural typology of terraced construction. Misinterpretation of methods for determining the height of buildings can lead to a situation where any one-story multi-level object of great length, built on a slope, can formally be identified as unique, although obviously it is not. In order to avoid errors in identifying buildings for uniqueness, the calculation of the building height should be performed taking into account the level-by-level layout of the building parts, due to its integration into the existing slope and the peculiarities of the perception and transfer of loads from the building structures to the base.

Keywords: unique buildings and structures, identification, deepening of underground part, height, span, console, terraced buildings, level layout, design height, architectural and technical height.

For citation: Vavrenyuk S.V., Farafonov A.E., Tsimbelman N.Y., Vavrenyuk V.G. Determination of architectural and technical height as a sign of uniqueness of buildings. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2021. No. 12, pp. 15–20. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-12-15-20>

Формирование методов расчета уникальных зданий и сооружений [1–3], анализ возможностей оптимизации процесса проектирования [4–6], разработка технологий возведения [7] и эксплуатации зданий и сооружений, содержащих признаки уникальности, составляют актуальное направление исследований в современной строительной науке.

Отнесение зданий и сооружений к уникальным выполняется с целью обеспечения надежности строительных конструкций и оснований при назначении уровня ответственности [8] и коэффициента надежности [9], а также с целью регулирования правовых отношений [10] относительно процессов проектирования, строительства, строительного надзора [11] и эксплуатации [12].

В соответствии с п. 2 ст. 48.1 Градостроительного кодекса (ГК) РФ к уникальным объектам относятся объекты капитального строительства, в проектной документации которых предусмотрена хотя бы одна из следующих характеристик:

- 1) высота более чем 100 м;
- 2) пролеты более чем 100 м;
- 3) наличие консоли более чем 20 м;
- 4) заглубление подземной части (полностью или частично) ниже планировочной отметки земли более чем на 15 м.

При этом Градостроительный кодекс РФ не дает определений параметров высоты, пролета, консоли, заглубления. В связи с этим признаки уникальности по указанным параметрам определяются сводами правил (СП).

Так, например, «заглубление подземной части ниже планировочной отметки земли более чем на 15 м» в СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения»; СП 54.13330.2016 «Здания жилые многоквартирные»; СП 267.1325800.2016 «Здания и комплексы высотные» определяют как разность планировочной отметки земли и отметки низа (подшвы) ленточного фундамента, фундаментной плиты или свайного ростверка (Прил. Г, п. 8 СП 118.13330.2012; Прил. А, п. 1.7 СП 54.13330.2016; Прил. А, п. 2.4 СП 267.1325800.2016). При размещении здания на участке с уклоном [13] (или выполнении фундамента с перепадом уровней) указанные отметки принимают у наружной стены в месте, где их разность является максимальной.

Признак уникальности «пролет более чем 100 метров» [14–16] определяется п. 4.1.4 ГОСТ Р 58033–2017, где «пролет – это расстояние между осями продольных стен здания или сооружения», т. е. расстояние между разбивочными осями несущих стен или отдельных опор в направлении, которое соответствует пролету основной несущей конструкции перекрытия или покрытия, например пролету ферм.

Признак «наличие консоли более чем 20 метров» определяется согласно ГОСТ 58033–2017, в котором консоль определяется как часть балки или несущей плиты, выступающей за пределы ее опирания.

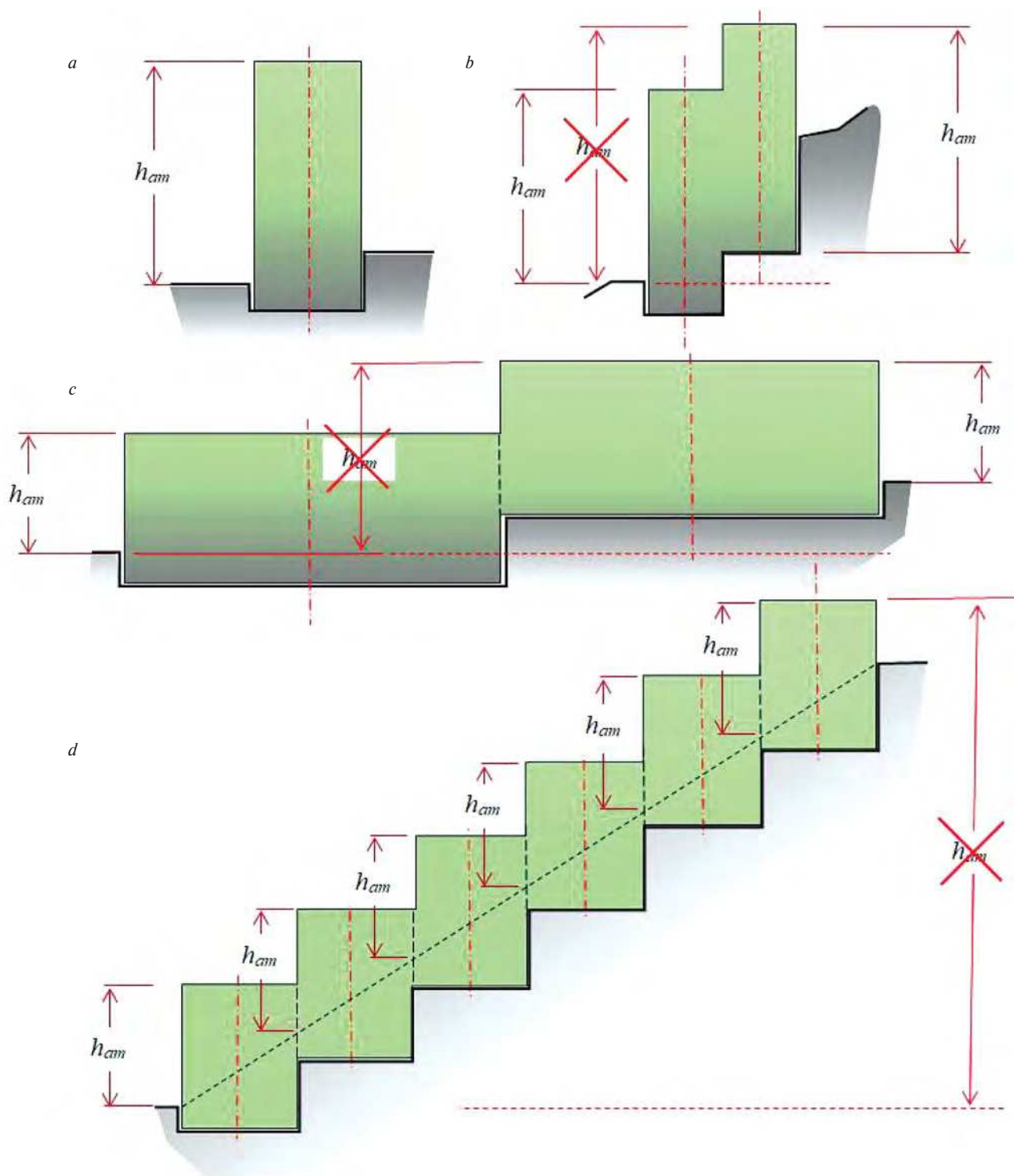
Анализ нормативных документов (сводов правил) показывает, что термины «пролет», «консоль», «заглубление подземной части» имеют однозначное толкование и единый методический подход к измерению, чего нельзя сказать об определении термина «высота здания» [17, 18].

Так, например, высота здания по СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения» определяется как «вертикальный размер, измеряемый от проектной отметки земли до верхней отметки самого высокого конструктивного элемента здания (парапет кровли; карниз, конек кровли, верх фронтона; купол; шпиль; башня). При этом антенны на кровле, молниеотводы и другие электротехнические и инженерные устройства при определении высоты здания не учитываются» (п. 3.5, прим. 3 СП 118.13330.2012).

В соответствии с СП 160.1325800.2014 «Здания и комплексы многофункциональные. Правила проектирования» высоту здания определяют высотой расположения верхнего этажа, не считая верхнего технического этажа, наибольшей разностью отметок поверхности проезда для пожарных машин и нижней границы открывающегося проема (окна) в наружной стене (или ограждений летних помещений) – Прил. А, п. 3.2. СП 160.1325800.2014. При сплошном остеклении фасадов здания и отсутствии оконных и других открывающихся проемов в верхних этажах его высоту определяют как разность отметок пола последнего этажа и упомянутой выше поверхности проезда для пожарных машин.

Согласно СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений» (п. 3.7), а также СП 257.1325800.2020 «Здания гостиниц. Правила проектирования» (п. 6.1.1), высота здания определяется согласно СП 118.13330 как вертикальный размер, измеряемый от проектной отметки земли до верхней отметки самого высокого конструктивного элемента здания (парапет кровли; карниз, конек кровли, верх фронтона; купол; шпиль; башня).

В своде правил СП 267.1325800.2016 «Здания и комплексы высотные» представлены два определения высоты: в разделе 3 п. 3.5 «Термины и определения» и в п. А.2.3 Приложения А. В разделе 3 дано определение высотному зданию: «здание, имеющее высоту, определяемую в соответствии с СП 1.13130.2009 (недействующий, заменен на СП 1.13130.2020), где высота определяется высотой расположения верхнего этажа, не считая верхнего технического этажа, а высота расположения этажа определяется разностью отметок поверхности проез-



Примеры определения архитектурно-технической высоты зданий ($h_{ам}$): а – в соответствии с СП 267.1325800.2016; б, с, д – для зданий террасного типа

Examples of determining the architectural and technical height of buildings (h_{av}): а – in accordance with SP 267.1325800.2016; б, с, д – for terraced buildings

да для пожарных машин и нижней границы открывающегося проема (окна) в наружной стене. Согласно Приложению А СП 267.1325800.2016 «высота определяется от наиболее низкой планировочной отметки земли у наружных стен здания (или стилобата при его наличии) до наиболее высокой отметки верха

перекрытия последнего этажа. При этом не учитывают остекленные световые фонари, шатровые, купольные покрытия и т. п. высотой до 2,5 м (от верха перекрытия, на котором они установлены), суммарная площадь которых не превышает 25% площади кровли. В противном случае верхнюю отметку при-

нимают на уровне наиболее высоко расположенной точки данного фонаря или покрытия». Данная высота названа *архитектурно-технической* и используется при идентификации зданий на уникальность.

Таким образом, вообще термин «высота» строительного объекта в сводах правил имеет существенные разночтения по смыслу и методам измерений, причем разночтения могут встречаться и в пределах одного и того же СП.

Особо следует отметить затруднения, возникающие при идентификации на уникальность по высоте разноуровневых зданий террасного типа, расположенных на рельефах с крутыми уклонами (перепадами высот) (см. рисунок). В этом отношении строительные нормы составлены без учета архитектурной типологии террасного строительства и зачастую диктуют неверный подход к определению высоты, что приводит к тому, что формально любой одноэтажный многоуровневый объект большой протяженности, построенный на склоне, можно идентифицировать как уникальный, что не соответствует действительности (рисунок, *d*).

Строительство зданий террасного типа в нескольких уровнях определяется спецификой городской застройки в условиях сложного рельефа, когда террасирование площадки строительства диктуется отсутствием целесообразности разработки грунта (в особенности скального) для преобразования участка в «спокойный рельеф» из-за значительного удорожания земляных работ. Поэтому размещение зданий на склонах производят методом террасирования со сдвигом секций по высоте, что является вопросом архитектурной типологии зданий для территорий со сложным рельефом и отражается в первую очередь на объемно-планировочных решениях.

Таким образом, высота разноуровневых зданий террасного типа (как и расчетно-конструктивная высота их несущих конструкций) является величиной переменной и должна определяться для каждого уровня здания отдельно. В противном случае в высоту здания включается толща грунтового основания под секцией, для которой принята наиболее высо-

кая отметка здания (рисунок, *b–d*), что противоречит представлению о высотности зданий. Такой подход применяется при подсчете этажности разноуровневых зданий по СП 54.13330.2011 «Здания жилые многоквартирные», согласно которому этажность определяется для каждого блока здания в отдельности.

Таким образом, высоту зданий, расположенных на крутом склоне, нельзя вычислять так же, как зданий на относительно ровном участке. Во избежание ошибки при идентификации здания на уникальность вычисление его архитектурно-технической высоты следует выполнять с учетом поуровневой компоновки частей здания, обусловленной его встраиванием в существующий склон. Необходимо учитывать разделение здания на уровни, определяемое резким перепадом отметки подошвы фундамента. На рисунке приведены примеры определения, в том числе некорректного, архитектурно-технической высоты h_{am} зданий в зависимости от архитектурной типологии.

Особенность работы конструктивных элементов здания, расположенного на склоне и имеющего переменную отметку подошвы фундамента, состоит в том, что несущие конструкции верхней секции передают нагрузку не на расположенную ниже по склону секцию, а в большей мере на уступ основания. При этом расчетная высота несущих элементов (колонн, стен) не изменяется. Усилия в элементах здания по мере роста верхней отметки не возрастают, а остаются для всех секций в одном диапазоне значений, что может быть проверено расчетом.

Рассмотренные положения могут быть приняты во внимание при идентификации зданий на уникальность по признаку его архитектурно-технической высоты, которая должна вычисляться согласно СП 267.1325800.2016 «Здания и комплексы высотные» как расстояние от наиболее низкой планировочной отметки земли у наружных стен здания (или стилобата при его наличии) до наиболее высокой отметки верха перекрытия последнего этажа, **в пределах периметра части (секции) здания, имеющей неизменный уровень подошвы фундамента, фундаментной плиты или свайного ростверка.**

Список литературы

1. Белостоцкий А.М., Акимов П.А., Дмитриев Д.С., Нагибович А.И., Петряшев Н.О., Петряшев С.О. Расчетное исследование параметров механической безопасности высотного (404 метра) жилого комплекса «One Tower» в деловом центре «Москва-Сити» // *Academia. Строительство и архитектура*. 2019. № 3. С. 122–129.
2. Гурьев В.В., Дорофеев В.М. Конструктивная безопасность несущих конструкций высотных и ши-

References

1. Belostotsky A.M., Akimov P.A., Dmitriev D.S., Nagibovich A.I., Petryashev N.O., Petryashev S.O. Computational study of mechanical safety parameters of the high-rise (404 meters) residential complex “One Tower” in the business center “Moscow City”. *Academia. Stroitel'stvo i arkhitektura*. 2019. No. 3, pp. 122–129. (In Russian).
2. Guryev V.V., Dorofeev V.M. Structural safety of load-bearing structures of high-rise and wide-span

- рокопролетных сооружений. *Материалы IV Межд. конф.-выставки «Уникальные и спец. технологии в строительстве»*. UST-Build 2007. М., 2007. С. 50–52.
3. Травуш В.И., Шахрамьян А.М., Колотовичев Ю.А., Шахворостов А.И., Десяткин М.А., Шулятьев О.А., Шулятьев С.О. «Лакhta Центр»: автоматизированный мониторинг деформаций несущих конструкций и основания // *Academia. Строительство и архитектура*. 2018. № 4. С. 94–108.
 4. Лapidус А.А., Кангезова М.Х. Систематизация организационно-технологических аспектов научно-технического сопровождения зданий и сооружений высотой более 100 м. *Сборник трудов Первой совместной научно-практической конференции ГБУ «ЦЭИИС» и ИПРИМ РАН*. М., 2019. С. 204–209.
 5. Лapidус А.А., Шистерова А.В. Анализ действующих нормативных документов в части научно-технического сопровождения проектирования зданий и сооружений, имеющих повышенный уровень ответственности // *Системные технологии*. 2019. № 30. С. 5–9.
 6. Никонов Н.М. Еще раз об особенностях проектирования и строительства уникальных сооружений // *Архитектура и строительство Москвы*. 2007. № 1. С. 35–40.
 7. Синенко С.А., Эммин Э., Грабовый П.Г., Вильман Ю.А., Грабовый К.П. Опыт применения новых технологий при возведении современных зданий и сооружений (на примере комплекса ММДЦ «Москва-Сити») // *Вестник МГСУ*. 2012. № 4. С. 165–169.
 8. Кабанов В.А., Змыцкий О.Н. Уровень ответственности и надежность конструктивных систем // *Строительная механика инженерных конструкций и сооружений*. 2008. № 4. С. 66–71.
 9. Ивашенко Ю.А. Обеспечение надежности при проектировании зданий и сооружений с применением железобетона // *Академический вестник УралНИИпроект РААСН*. 2012. № 1. С. 92–94.
 10. Ганеев Р.Р. Правовое регулирование строительной деятельности // *Актуальные проблемы экономики и права*. 2011. № 2. С. 172–175.
 11. Топчий Д.В., Чернигов В.С. Особенности строительного контроля на объектах уникального строительства // *Современные наукоемкие технологии*. 2019. № 10–2. С. 331–336. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=37746> (дата обращения: 21.11.2021).
 12. Рогонский В.А., Костриц А.И., Шеряков В.Ф. Эксплуатационная надежность зданий и сооружений. СПб.: Стройиздат, 2004. 272 с.
 13. Мангушев Р.А., Никитина Н.С., Городнова Е.В. Численное обоснование проекта производства structures. *Materials of the IV International Conference – exhibition “Unique and special technologies in construction”*. UST-Build 2007. Moscow. 2007, pp. 50–52. (In Russian).
 3. Travush B.I., Shakhramanyan A.M., Kolotovich Yu.A., Shakhvorostov A.I., Desyatkin M.A., Shulyatyev O.A., Shulyatyev C.O. “Lakhta Center”: automated monitoring of deformations of load-bearing structures and bases. *Academia. Stroitel'stvo i arkhitektura*. 2018. No. 4, pp. 94–108. (In Russian).
 4. Lapidus A.A., Kangezova M.H. Systematization of organizational and technological aspects of scientific and technical support of buildings and structures with a height of more than 100 m. *Proceedings of the First joint scientific and practical conference of GBU “CEIIS” and IPRIM RAS*. Moscow. 2019, pp. 204–209. (In Russian).
 5. Lapidus A.A., Shisterova A.V. Analysis of current regulatory documents in terms of scientific and technical support for the design of buildings and structures with an increased level of responsibility. *Sistemnye tekhnologii*. 2019. No. 30, pp. 5–9. (In Russian).
 6. Nikonov N.M. Once again about the features of the design and construction of unique structures. *Arkhitektura i stroitel'stvo Moskvy*. 2007. No. 1, pp. 35–40. (In Russian).
 7. Sinenko S.A., Emmin E., Grabovy P.G., Vilman Yu.A., Grabovy K.P. The experience of using new technologies in the construction of modern buildings and structures (on the example of the Moscow-City MMDC complex). *Vestnik MGSU*. 2012. No. 4, pp. 165–169. (In Russian).
 8. Kabanov V.A., Zmytsky O.N. The level of responsibility and reliability of structural systems. *Stroitel'naya mekhanika inzhenernykh konstruksii i sooruzhenii*. 2008. No. 4, pp. 66–71. (In Russian).
 9. Ivashenko Yu. A. Ensuring reliability in the design of buildings and structures using reinforced concrete. *Akademicheskii vestnik UralNIIProekt RAASN*. 2012. No. 1, pp. 92–94. (In Russian).
 10. Ganeev R.R. Legal regulation of construction activity. *Aktual'nye problemy ekonomiki i prava*. 2011. No. 2, pp. 172–175. (In Russian).
 11. Topchy D.V., Chernigov V.S. Features of construction control at unique construction sites. *Sovremennye naukoemkie tekhnologi*. 2019. No. 10–2, pp. 331–336. (In Russian).
 12. Rogonsky V.A., Kostrits A.I., Sheryakov V.F. *Eksploatatsionnaya nadezhnost' zdaniy i sooruzhenii* [Operational reliability of buildings and structures]. Saint Petersburg: Stroyizdat. 2004. 272 p.
 13. Mangushev R.A., Nikitina N.S., Gorodnova E.V. Numerical justification of the project of works for the construction of a multi-storey building on a slope. *Vestnik MGSU*. 2012. No. 5, pp. 62–66. (In Russian).

- работ для строительства многоэтажного здания на склоне // *Вестник МГСУ*. 2012. № 5. С. 62–66.
14. Еремеев П.Г. Особенности проектирования уникальных большепролетных зданий и сооружений // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2005. № 1. С. 69–75.
 15. Еремеев П.Г. Предотвращение лавинообразного (прогрессирующего) обрушения несущих конструкций уникальных большепролетных зданий и сооружений при аварийных воздействиях // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2006. № 2. С. 65–72.
 16. Sussman T., Bathe K.J. 3D-shell elements for structures in large strains // *Computers & Structures*. 2013. Vol. 122, pp. 2–12. <https://doi.org/10.1016/j.compstruc.2012.12.018>
 17. Белостоцкий А.М. Математические модели в основе и составе систем мониторинга несущих конструкций высотных зданий. От профанации к реализации // *Высотные здания*. 2014. № 4. С. 102–107.
 18. Белостоцкий А.М., Акимов П.А., Петряшев Н.О., Петряшев С.О., Негрозов О.А. Расчетные исследования напряженно-деформированного состояния, прочности и устойчивости несущих конструкций высотного здания с учетом фактического положения железобетонных конструкций // *Вестник МГСУ*. 2015. № 4. С. 50–68.
 14. Eremeev P.G. Design features of unique large-span buildings and structures. *Stroitel'naya mekhanika inzhenernykh konstruksii i sooruzhenii*. 2005. No. 1, pp. 69–75. (In Russian).
 15. Eremeev P.G. Prevention of avalanche-like (progressive) collapse of bearing structures of unique large-span buildings and structures during emergency impacts. *Stroitel'naya mekhanika inzhenernykh konstruksii i sooruzhenii*. 2006. No. 2, pp. 65–72. (In Russian).
 16. Sussman T., Bathe K.J. 3D-shell elements for structures in large strains. *Computers & Structures*. 2013. Vol. 122, pp. 2–12. <https://doi.org/10.1016/j.compstruc.2012.12.018>
 17. Belostotsky A.M. Mathematical models in the basis and composition of monitoring systems of load-bearing structures of high-rise buildings. From profanity to implementation. *Vysotnye zdaniya*. 2014. No. 4, pp. 102–107. (In Russian).
 18. Belostotsky A.M., Akimov P.A., Petryashev N.O., Petryashev S.O., Negrozov O.A. Computational studies of the stress-strain state, strength and stability of load-bearing structures of a high-rise building taking into account the actual position of reinforced concrete structures. *Vestnik MGSU*. 2015. No. 4, pp. 50–68. (In Russian).

СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

«Проектирование оснований, фундаментов и подземных сооружений»

Учебное и практическое пособие под редакцией чл.-корр. РААСН, д-ра техн. наук, проф. Р. А. Мангушева



Авторы: д-р техн. наук Р.А. Мангушев, канд. техн. наук А.И. Осокин, канд. техн. наук В.В. Конюшков, канд. техн. наук И.П. Дьяконов, канд. техн. наук С.В. Ланько.

Пособие выпущено под грифом рекомендации Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН).

Данное пособие является дополнением к ранее изданным базовым учебникам «Механика грунтов» (2019) и «Основания и фундаменты» (2020). Авторы д-ра техн. наук, проф. Р.А. Мангушев и И.И. Сахаров.

Разработанное пособие является не только учебным изданием, но и практическим руководством для инженеров-строителей, так как охватывает вопросы проектирования основных типов оснований, фундаментов и подземных частей гражданских зданий и сооружений. Особое внимание уделено расчетам различного типа фундаментов, изготовленным по современным отечественным и зарубежным технологиям, а также конструктивным и технологическим методам устройства котлованов. Учтены особенности устройства фундаментов высотных зданий, влияния технологических осадок, рассмотрены численные методы, используемые при геотехнических расчетах. Особенностью книги является наличие большого количества расчетных примеров по различным типам оснований и фундаментов.

Издание рекомендовано для использования при подготовке бакалавров и специалистов.

100+ TechnoBuild в Екатеринбурге

100+ Tekhnobuild Construction Forum in Yekaterinburg

III Международный строительный форум и выставка 100+ TechnoBuild, которые прошли в Екатеринбурге 5–7 октября 2021 г., собрали рекордное количество спикеров – более 500 экспертов выступило на 120 сессиях. Журналы «Жилищное строительство» и «Строительные материалы» выступили информационными партнерами мероприятия. Участники 100+ TechnoBuild обсудили тренды и перспективы в области строительного нормирования, проектирования, ценообразования, экологического строительства, модели развития городов, а также опыт иностранных компаний. На выставке 100+ TechnoBuild материалы и технологии представили 225 компаний.

The III International Construction Forum and the 100+ TechnoBuild Exhibition, which took place in Yekaterinburg on October 5–7, 2021, gathered a record number of speakers – more than 500 experts spoke at 120 sessions. The magazines «Housing Construction» and «Construction Materials» acted as information partners of the event. The participants of 100+ Tekhnobuild discussed trends and prospects in the field of construction rationing, design, pricing, environmental construction, urban development models, and the experience of foreign companies. 225 companies presented materials and technologies at the 100+ TechnoBuild exhibition.

Будущее строительной отрасли с застройщиками и представителями региональных властей на пленарном заседании обсудили вице-премьер РФ М.Ш. Хуснуллин и министр строительства и ЖКХ РФ И.Э. Файзуллин. По его словам, за годы существования форум стал центром внутрироссийского и международного общения по основным направлениям развития строительной отрасли. Происходит много изменений по сокращению инвестиционно-строительного цикла. Вносятся изменения в нормативные акты, разрабатываются постановления Правительства РФ и приказы Минстроя, позволяющие ускорить процесс строительства. Предложения, которые появятся в результате деловой программы форума, будут проанализированы и запущены в работу Минстроем России для достижения национальных целей и выполнения поручений Президента и Премьер-министра РФ.

На круглом столе Минстроя РФ «Типовое проектирование в Российской Федерации» был озвучен новый термин – «образцовое проектирование». Он пришел на смену «проектированию повторного применения». Как известно, об-

суждается проект федерального закона о внесении изменений в Градостроительный кодекс РФ. В советское время типовое проектирование было практически повсеместным. В современных условиях предлагается вернуться к этой практике, но на новом уровне, с учетом современных достижений в строительных технологиях, новых строительных материалов. Некоторые проекты при определенных условиях можно тиражировать. Это, безусловно, не исключает их дальнейшей привязки к месту, уже на индивидуальной основе. В индивидуальном порядке также будут учитываться климатические и природные условия региона, его сейсмика. В разряд «тиражируемых» попадут в первую очередь объекты образования (школы и детские садики), культуры, спорта, а также социальные объекты. Что дает использование таких образцовых проектов? Прежде всего это сокращение сроков строительства за счет сокращения времени на прохождение экспертизы. Типовой проект будет гораздо дешевле – в нем изначально заложены самые эффективные строительные решения.





Участники Российского форума BIM-технологий обсудили использование BIM-моделей в формате с открытой спецификацией (IFC) для формирования сметного расчета, графика СМР и сбора исполнительной документации; высказали экспертные мнения по поводу среды общих данных для участников инвестиционно-строительных проектов; рассказали о построении сквозного бизнес-процесса управления строительством на основе технологий смешанной и дополненной реальности.

Очень интересная секция прошла под руководством ректора УрГАХУ А.В. Долгова. Рассматривались вопросы работы с памятниками архитектуры и способы органично встроить эти здания в постиндустриальную среду. Жесткие требования охранных регламентов – главный фактор, сдерживающий желание застройщиков инвестировать в реновацию объектов наследия. Правовое регулирование не может решить проблему вкуса и архитектурного мастерства, но тормозит развитие центра мегаполиса и способствует разрастанию депрессивных территорий, выключенных из городского контекста. Город и его исторический центр как место концентрации культуры, смыслов и связей должен развиваться, а архитектура – работать и соответствовать актуальным потребностям жителей. Сохранять объекты наследия необходимо, но не путем музеефикации. Исторические здания должны быть вовлечены в повседневную деятельность человека. Система регулирования должна соответствовать ценностям городского развития. Формальное следование регламентам не гарантирует высокого качества реставрации. Соблюдая нормы, объект культурного наследия можно сохранить, но при этом не вписывать его в пространство улицы и квартала, не интегрировать во вновь создаваемую среду. И в итоге реставрация становится насмешкой над памятником, превращая его в подлинные руины, которые не находят применения в новом контексте.

Грамотная реставрация, по мнению девелопера, возможна при соблюдении двух правил. Первое – дифференциация исторических памятников и определение уникальных норм регулирования для них. Важно выявить ценность, которую транслирует объект. Если она заключается в материалах, принципах строительства, личности человека, жившего в этом здании, то историческая скрупулезность должна быть выведена на первое место. Если же это «средовой объект», который должен сохранить территорию с точки зрения мас-

штаба, то возможен менее детальный подход. Второе – рассмотрение объекта культурного наследия в качестве отдельного инвестиционного проекта. Без изменения сценариев использования пространства органично включить исторические памятники в современный контекст невозможно.

Известно, что в Екатеринбурге запущен в жизнь проект по сохранению памяти горнозаводской цивилизации на Урале. В настоящее время освоением темы индустриального наследия уральских заводчиков занимаются в проекте «Гора Белая» (п. Висим), где изучают наследие Демидовых, а наследие Яковлевых – в Сысерти.

Традиционно в рамках форума состоялась сессия НИИСФ РААСН «Технологии обеспечения комфортной и экологичной среды обитания человека». Под руководством д-ра техн. наук, зам. директора по научной работе НИИСФ РААСН Н.П. Умняковой коллеги обсудили глобальные вопросы изменения климата на территории России; влияние выбросов загрязняющих веществ в атмосферу; вопросы снижения вибро- и шумозагрязненности крупных городов за счет виброзащиты зданий; проблемы нормирования теплотехнических показателей теплоизоляционных материалов; информационное моделирование для обеспечения комфортной среды. На секции выступили молодые ученые института, которые продемонстрировали глубокие знания и практическое их применение при решении проблем обеспечения комфортной городской среды.

Тема «зеленого» строительства стала ключевой на одной из сессий. Было отмечено, что на строительную отрасль приходится 40% общемировых выбросов CO₂. Коллеги из Великобритании отметили, что первый метод экологической оценки зданий был разработан и внедрен там еще в 1990-е гг. При этом, несмотря на новизну «зеленого» строительства, в России насчитывается немало проектов, использующих самые передовые технологии, в частности по организации зеленого пространства на крыше, а также на лицевых фасадах зданий.

В рамках проведения 100+ TechnoBuild впервые прошла церемония награждения лауреатов российского «инженерного Оскара» – Всероссийской инженерно-архитектурной премии 100+ AWARDS. Гран-при 100+ AWARDS получило ЗАО «ГОРПРОЕКТ» за проект общественно-делового комплекса «Лахта-центр» в Санкт-Петербурге.

УДК 624.15

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-12-23-27>

Н.С. СОКОЛОВ^{1,2}, канд. техн. наук, директор (forstnpf@mail.ru, ns_sokolov@mail.ru)

¹ Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова
(428015, Чувашская Республика, г. Чебоксары, Московский пр., 15)

² ООО НПФ «ФОРСТ» (428000, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. Калинина, 109а)

Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены

Проблема повышения несущей способности оснований является актуальной проблемой в современном геотехническом строительстве. При дополнительных увеличенных внешних нагрузках на существующие удерживающие конструкции использование традиционных технологий обеспечения их устойчивости не всегда оправданно. Часто возникает настоятельная необходимость применения нестандартных способов усиления оснований. Использование существующих удерживающих железобетонных конструкций под новые дополнительные нагрузки от вновь возводимых объектов встречаются довольно часто. В таких случаях использование буринъекционных свай электроразрядной технологии (ЭРТ) и грунтовых анкеров ЭРТ успешно решает многие сложные геотехнические проблемы усиления перегруженных оснований.

Ключевые слова: геотехническое строительство, усиление основания, электроразрядная технология ЭРТ, буринъекционная свая ЭРТ, грунтовые анкера ЭРТ, подпорная стена.

Для цитирования: Соколов Н.С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены // *Жилищное строительство*. 2021. № 12. С. 23–27.

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-12-23-27>

N.S. SOKOLOV^{1,2} Candidate of Sciences (Engineering), Director, (forstnpf@mail.ru, ns_sokolov@mail.ru)

¹ I.N. Ulianov Chuvash State University (15, Moskovskiy Prospect, Cheboksary, 428015, Chuvash Republic, Russian Federation)

² ООО НПФ «FORST» (109a, Kalinina Street, Cheboksary, 428000, Chuvash Republic, Russian Federation)

One of the Cases of Strengthening the Base of a Deformed Landslide Protection Retaining Wall

The problem of increasing the bearing capacity of foundations is an urgent problem in modern hydraulic engineering construction. With additional increased external loads on existing retaining structures, the use of traditional technologies to ensure their stability is not always justified. There is often an urgent need to use non-standard methods of strengthening the bases. Cases of using existing retaining reinforced concrete structures for new additional loads from newly erected facilities occur quite often. In such cases, the use of bored-injection piles of electric discharge technology (EDT) and ground anchors of EDT successfully solves many complex geotechnical problems of strengthening overloaded bases

Keywords: geotechnical construction, reinforcement of the base, electric discharge technology (EDT), drilling pile EDT, ground anchors of EDT, retaining wall.

For citation: Sokolov N.S. One of the cases of strengthening the base of a deformed landslide protection retaining wall. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2021. No. 12, pp. 23–27. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-12-23-27>

Обеспечение безопасной эксплуатации вновь возводимых объектов на площадках со сложным рельефом и слабыми физико-механическими характеристиками требует особого подхода [1–5]. Часто при новом строительстве приходится сталкиваться с усиленными ранее склонами, которые укреплялись с помощью заглубленных железобетонных конструкций, используемых как удерживающие. В большинстве случаев они по расчетной схеме относятся к строительным конструкциям консольного типа. Отличительная особенность таких стен от раскрепленных: при даже небольших дополнительных внешних нагрузках они могут деформироваться. Говорить о том,

что они могут воспринять существенные возросшие нагрузки от вновь возводимого объекта, не приходится. В таких случаях необходим нестандартный подход в вопросах их использования для целей обеспечения устойчивости как склона, так и самой удерживающей подпорной стены [6–9].

В настоящей статье рассматривается случай приспособления существующей консольной угловой железобетонной подпорной стены в качестве удерживающей железобетонной конструкции при существенно возросших внешних нагрузках строящегося полотна автомобильной дороги. Следует отметить, что существующая угловая стена уже была деформи-

Таблица 1
Table 1

Заглубленные железобетонные конструкции, используемые в проекте приспособления
Buried reinforced concrete structures used in the adaptation project

№ п/п	Конструкции
1	Удерживающие железобетонные конструкции – комплекс, состоящий из анкерных конструкций из анкеров ЭРТ, подпорной стенки из призматических забивных свай и железобетонных контрфорсов на свайном основании из буроинъекционных свай ЭРТ
2	Подпорная стенка из свай – буроинъекционные сваи по электроразрядной свайной технологии (сваи ЭРТ), объединенные поверху монолитными железобетонными ростверками. Железобетонные контрфорсы подпирают и связывают существующие с возводимыми конструкциями
3	Грунтовые анкера, изготавливаемые по электроразрядной технологии (анкера ЭРТ), устраиваются на начальном этапе производства работ и обеспечивают устойчивость угловой железобетонной подпорной стены ПС1 на время производства работ и на период эксплуатации. Они представляют собой преднапряженные элементы с железобетонным корнем, получаемым путем электроразрядной обработки грунта по длине скважины

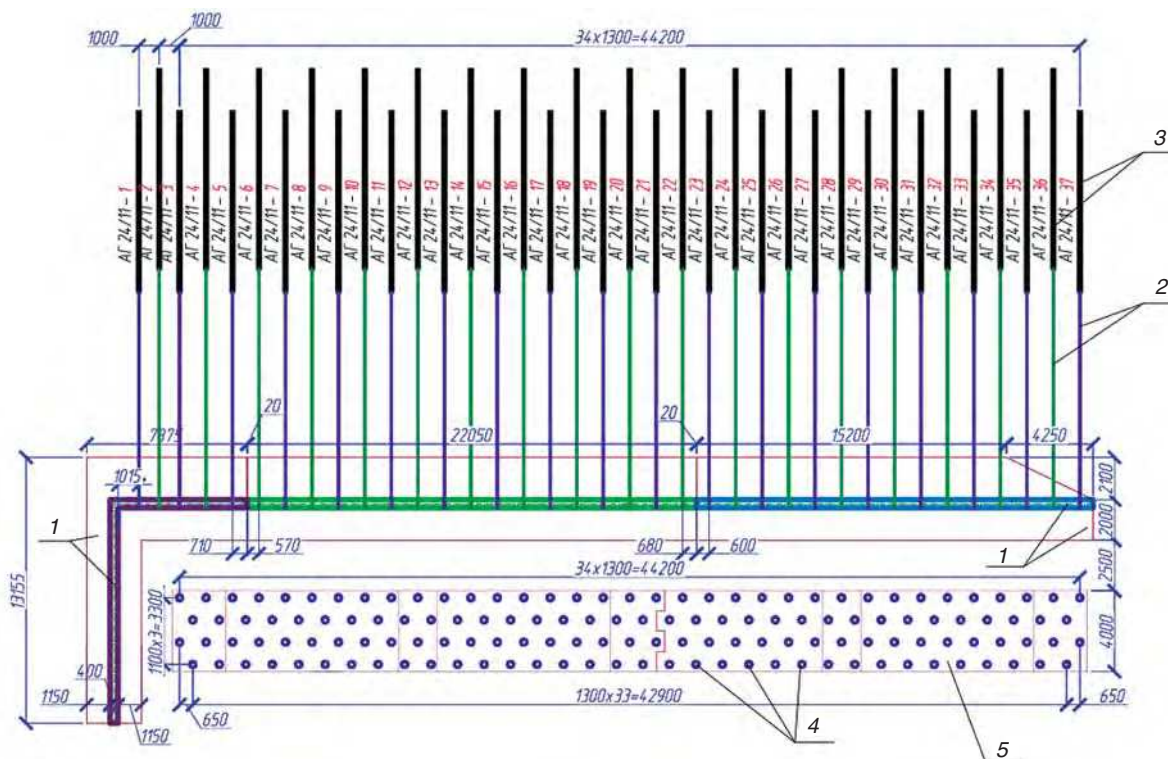


Рис. 1. Схема устройства монолитных железобетонных ростверков и диафрагм на завершающем этапе: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный угловой железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ; 5 – буроинъекционные сваи ЭРТ усиления основания

Fig. 1. The scheme of the arrangement of monolithic reinforced concrete grillages and diaphragms at the final stage: 1 – prismatic reinforced concrete piles; 2 – existing monolithic corner reinforced concrete grillage; 3, 4 – earth anchors EDT; 5 – bored-injection piles EDT reinforcement of the base

рована. Отклонение от вертикали доходило до 950 мм при ее высоте 5 м. Эту стену было решено усилить с помощью дополнительных буроинъекционных свай ЭРТ и превратить из консольной в раскрепленную с помощью грунтовых анкеров ЭРТ. В табл. 1 приведен один из подходов к использованию деформированной железобетонной подпорной стены на свайном основании из призматических забивных свай.

На рис. 1 приведен план заглубленных железобетонных конструкций, усиленных буроинъекционными сваями ЭРТ, грунтовыми анкерами ЭРТ и монолитными железобетонными контрфорсами.

Согласно результатам инженерно-геологических изысканий площадка строительства расположена в юго-восточной части жилого микрорайона «Радужный» Московского района г. Чебоксары.

В геоморфологическом отношении район изысканий занимает левый склон долины р. Чебоксарка, в подошве и средней части склона расчлененной густой сетью засыпаемых и засыпанных оврагов, с абсолютными отметками от 71.2 в пойме р. Чебоксарка до 112–116 м в северо-западной части площадки изысканий (юго-восточной части спланированной территории мкр. «Радужный»). Перепад высот составляет

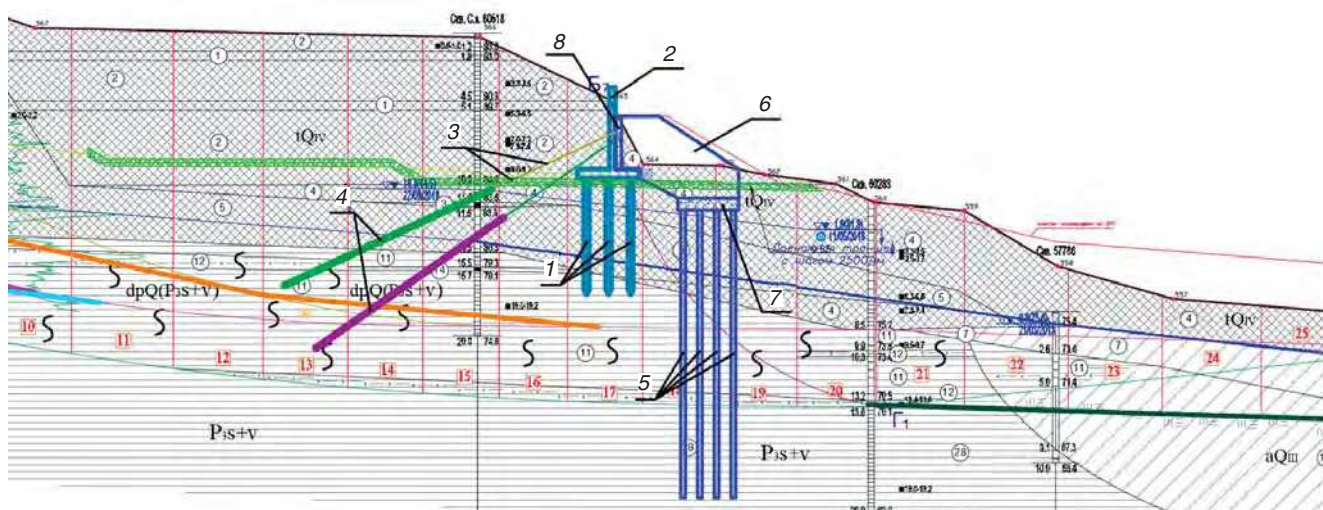


Рис. 2. Вертикальная привязка свайных фундаментов в инженерно-геологический разрез: 1 – свайное основание из призматических железобетонных свай под существующий; 2 – монолитный железобетонный уголкового ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ (3 – анкерная тяга; 4 – корень анкера); 5 – буроинъекционные сваи ЭРТ усиления основания; 6 – монолитные железобетонные контрфорсы; 7 – монолитный железобетонный ростверк; 8 – пристенный линейный дренаж

Fig. 2. Vertical binding of pile foundations in an engineering-geological section: 1 – pile foundation made of prismatic reinforced concrete piles for existing; 2 – monolithic reinforced concrete corner grillage; 3, 4 – ground anchors EDT (3 – anchor rod; 4 – anchor root); 5 – bored-injection piles ERT for strengthening the base; 6 – monolithic reinforced concrete buttresses; 7 – monolithic reinforced concrete grillage; 8 – wall linear drainage

около 45 м. Общий уклон территории наблюдается в южном направлении – в сторону долины р. Чебоксарка. Инженерно-геологическое строение площадки до исследованной глубины (40 м) представлено толщей коренных пород северодвинского и вятского ярусов верхнепермского отдела (P3s+v), перекрытых с поверхности четвертичными отложениями различного возраста и генезиса. Вся толща сверху перекрыта насыпными грунтами большой мощности (tQIV).

Гидрогеологические условия площадки строительства до исследованной глубины (40 м) на период изысканий в августе 2018 г. характеризуются наличием одного безнапорного горизонта подземных вод. Подземные воды вскрыты во всех скважинах на глубинах 0,2–23,8 м (абс. отм. 71.1–100.6 м) и приурочены к насыпным грунтам tQIV, оползневым отложениям dpQ(P3s+v), аллювиальным отложениям (aQIII), верхнепермским пескам мелким, пылеватым, средней крупности; водонасыщенным, песчаным прослоям в верхнепермских глинах и суглинках (алевритах) песчанистых и мергелям известковистым (P3s+v). Водоупором служат более плотные нижележащие верхнепермские глины (P3s+v). Инженерно-геологический разрез с указанием вертикальной привязки существующей и вновь возводимой стен приведен на рис. 2.

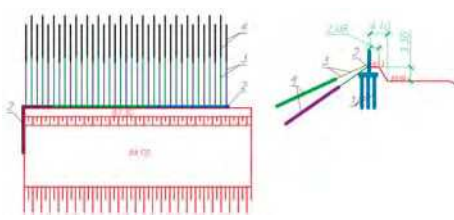
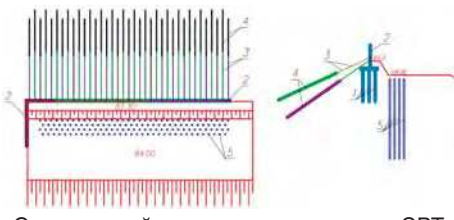
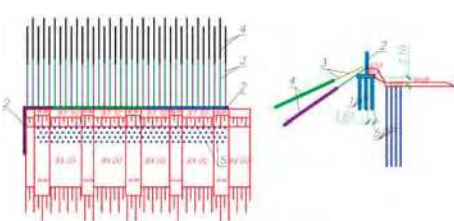
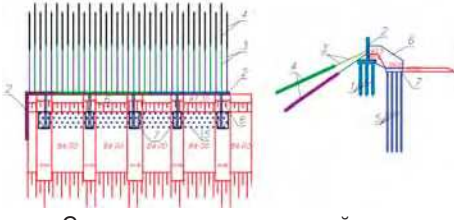
Для использования существующей подпорной стены с целью восприятия ею дополнительных возросших внешних нагрузок был разработан проект приспособления с устройством дополнительных заглубленных железобетонных конструкций с использованием буроинъекционных свай ЭРТ, грун-

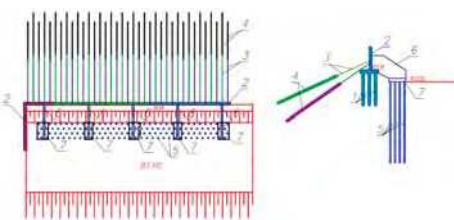
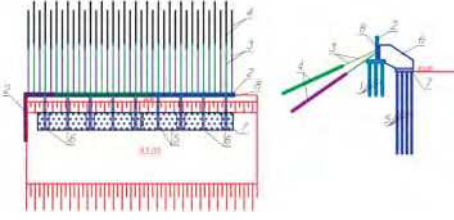

товых анкеров ЭРТ, монолитных железобетонных контрфорсов и превращения расчетной схемы из консольной в раскрепленную. В табл. 2 приводится алгоритм производства геотехнических работ, разделенный на этапы. Следует отметить, что разделение на этапы связано с необходимостью обеспечения

Таблица 2
Table 2

Алгоритм производства геотехнических работ
Algorithm of geotechnical works

№ п/п	Геотехнический этап	Схема геотехнического этапа
1	Устройство бермы до отм. 87,3	<p>Схема устройства грунтовой бермы до отм. 87,3: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголкового железобетонный ростверк</p>
2	Алмазное сверление отверстий, устройство и натяжение грунтовых анкеров ЭРТ	<p>Схема сверления отверстий в ростверке для устройства и натяжения грунтовых анкеров ЭРТ: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголкового железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ</p>

№ п/п	Геотехнический этап	Схема геотехнического этапа
3	Разработка грунта до отм. 84,0 м	 <p>Схема разработки грунта до отм. 84,0 м: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголкового железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ</p>
4	Устройство буроинъекционных свай ЭРТ	 <p>Схема устройства грунтовых анкеров ЭРТ усиления существующих ростверков (3, 4) и буроинъекционных свай ЭРТ (5) усиления основания: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголкового железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ; 5 – буроинъекционные сваи ЭРТ усиления основания</p>
5	Локальная разработка грунта в траншеях под ростверки до отм. 83,0 м	 <p>Схема локальной разработки грунта в траншеях под ростверки до отм. 83,0 м: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголкового железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ; 5 – буроинъекционные сваи ЭРТ усиления основания</p>
6	Первый этап устройства монолитных железобетонных ростверков и диафрагм	 <p>Схема первого этапа устройства монолитных железобетонных ростверков и диафрагм: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголкового железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ; 5 – буроинъекционные сваи ЭРТ усиления основания; 6 – монолитные железобетонные контрфорсы; 7 – монолитный железобетонный ростверк</p>

№ п/п	Геотехнический этап	Схема геотехнического этапа
7	Разработка грунта до отм. 83,0 м	 <p>Схема разработки грунта до отметки 83,0 м: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголкового железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ; 5 – буроинъекционные сваи ЭРТ усиления основания; 6 – монолитные железобетонные контрфорсы; 7 – монолитный железобетонный ростверк</p>
8	Завершение устройства монолитных железобетонных ростверков и диафрагм	 <p>Схема устройства монолитных железобетонных ростверков и диафрагм на завершающем этапе: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголкового железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ; 5 – буроинъекционные сваи ЭРТ усиления основания; 6 – монолитные железобетонные контрфорсы; 7 – монолитный железобетонный ростверк</p>
9	Устройство дренажа, засыпка пазух монолитной железобетонной уголкового подпорной стенки, планировка участка	 <p>Схема устройства пристенного линейного дренажа, засыпки пазух подпорной стены и планировки участка: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголкового железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ; 5 – буроинъекционные сваи ЭРТ усиления основания; 6 – монолитные железобетонные контрфорсы; 7 – монолитный железобетонный ростверк; 8 – пристенный линейный дренаж</p>

устойчивости склона при строительстве и создания безопасных условий производства работ.

Выводы

1. Рассмотренный в статье подход приспособления существующей удерживающей конструкции с использованием буроинъекционных свай ЭРТ, грунтовых анкеров ЭРТ и монолитных железобетонных контрфорсов создает совершенно новую удерживающую раскрепленную подпорную стену.

2. Вновь запроектированная и возведенная подпорная стена позволила обеспечить устойчивость перегруженного основания и создала условия безопасного производства работ.

Список литературы / References

1. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2012. № 2. С. 17–20.
1. Ilichev V.A., Mangushev R.A., Nikiforova N.S. Experience of development of russian megacities underground space. *Osnovaniya, fundamenti i mekhanika gruntov*. 2012. No. 2, pp. 17–20. (In Russian).
2. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Георекострукция, 2010. 551 с.
2. Ulickij V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G. Geotekhnicheskoe soprovozhdenie razvitiya gorodov [Geotechnical Support of Urban Development]. Saint Petersburg: Georeconstruction. 2010. 551 p.
3. Ilichev V.A., Konovalov P.A., Nikiforova N.S., Bulgakov L.A. Deformations of the Retaining Structures Upon Deep Excavations in Moscow. *Proc. Of Fifth Int. Conf on Case Histories in Geotechnical Engineering*, April 3–17. New York, 2004, pp. 5–24.
4. Ilichev V.A., Nikiforova N.S., Koreneva E.B. Computing the evaluation of deformations of the buildings located near deep foundation trenches. *Proc. of the XVIth European conf. on soil mechanics and geotechnical engineering*. Madrid, Spain, 24–27th September 2007. «Geo-technical Engineering in urban Environments». Vol. 2, pp. 581–585.
5. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development. *The pros, of the 7thl nt. Symp. «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground»*, 16–18 May, 2011. tc28 IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.
6. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. The use of cut off of different types as a protection measure for existing buildings at the nearby underground pipelines installation. *Proc. of Int. Geotech. Conf. dedicated to the Year of Russia in Kazakhstan*. Almaty, Kazakhstan, 23–25 September 2004, pp. 338–342.
7. Petrukhin V.P., Shuljatjev O.A., Mozgacheva O.A. Effect of geotechnical work on settlement of surrounding buildings at underground construction. *Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*. Prague, 2003.
8. Sokolov N.S. Ground Ancher Produced by Elektrik Discharge Technology, as Reinforced Concrete Structure. *Key Enginiring Materials*. 2018. June. 771:75-81. DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.771.75
9. Sokolov N.S. Use of the Piles of Effective Type in Geotechnical Construction. *Key Enginiring Materials*. 2018. June. 771:70-74. DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.771.70

СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

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.



Книга «Технология гипсовых отделочных материалов и изделий»

Автор – Федулов А.А.

В книге описано производство гипсовых отделочных материалов и изделий от добычи сырья до упаковки готовой продукции. Особое внимание автор уделяет подробному описанию технологических линий и отдельных единиц оборудования, установленных на передовых предприятиях гипсовой промышленности. В книге представлено большое количество иллюстраций всех технологических переделов, которые помогут глубже представить и понять технологические процессы производства того или иного изделия. Описание технологии каждого вида гипсовых изделий основывается на существующих производственных регламентах предприятий России, Германии и Дании, включая шахты, карьеры, которые автор посещал лично.

Книга предназначена студентам, изучающим производство строительных материалов и конструкций в качестве дополнительного материала по технологии современных гипсовых изделий, а также для инженеров-технологов заводов, производящих гипсовую продукцию в качестве справочного материала.



Заказать литературу можно через редакцию, направив заявку по e-mail: mail@rifsm.ru, по тел.: (499) 976-22-08, 976-20-36; или оформить заказ на сайте www.rifsm.ru

УДК 685.34.016.2:624

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-12-28-34>

И.М. ЧАХКИЕВ¹, канд. техн. наук, В.Е. ФРОЛОВА¹, магистрант (lera.331998@yandex.ru),
Л.М. КОЛЧЕДАНЦЕВ¹, д-р техн. наук; Р.Н. САНДАН², канд. техн. наук

¹ Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
(190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4)

² Тувинский государственный университет (667000, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Ленина, 36)

Разработка цифрового проекта организации строительства на примере складского комплекса

Целью статьи является анализ применения информационных моделей при проектировании строительных объектов, наличия нормативно-технической базы, регламентирующей разработку цифровых моделей, а также представление одного из возможных подходов к проектированию организации строительства на примере складского комплекса. В статье анализируется зарубежный и российский опыт применения информационных технологий при реализации строительных проектов, проблемы внедрения и распространения использования цифровой модели в строительных организациях. Рассматривается нормативно-правовая база, регулирующая разработку организационно-технологических решений на строительной площадке с использованием технологий информационного моделирования. Проанализированы результаты опроса строительных компаний в России по внедрению BIM-технологий (Building Information Modeling), национальные стандарты и уровни BIM. Предложена схема оперативного управления ходом строительного процесса при помощи цифровой модели. Дан алгоритм разработки цифровой модели организации строительства на примере складского комплекса.

Ключевые слова: цифровые технологии, BIM (Building Information Modeling) моделирование, информационная модель, зарубежный опыт, организационно-технологическая документация, BIM-стандарты.

Для цитирования: Чахкиев И.М., Фролова В.Е., Колчеданцев Л.М., Сандан Р.Н. Разработка цифрового проекта организации строительства на примере складского комплекса // *Жилищное строительство*. 2021. № 12. С. 28–34. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-12-28-34>

I.M. CHAKHKIEV¹, Candidate of Sciences (Engineering), V.E. FROLOVA¹, Magstrand (lera.331998@yandex.ru),

L.M. KOLCHEDANTSEV¹, Doctor of Sciences (Engineering); R.N. SANDAN², Candidate of Sciences (Engineering)

¹ Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (4, Vtoraya Krasnoarmeiskaya Street, Saint Petersburg, 190005 Russian Federation)

² Tuva State University (36, Lenina Street, Kyzyl, 667000, Tuva Republic, Russian Federation)

Development of a Digital Project for the Organization of Construction on the Example of a Warehouse Complex

The purpose of the article is to analyze the use of information models in the design of construction projects, the availability of a regulatory and technical framework governing the development of digital models, as well as to present one of the possible approaches to the design of the organization of construction on the example of a warehouse complex. The article analyzes the foreign and Russian experience of using information technologies when implementing construction projects, the problems of introducing and distributing the use of a digital model in construction organizations. The regulatory framework regulating the development of organizational and technological solutions at the construction site using information modeling technologies is considered. The results of a survey of construction companies in Russia on the implementation of BIM technologies (Building Information Modeling), national standards and levels of BIM are analyzed. A scheme of operational control over the progress of the construction process using a digital model is proposed. An algorithm for developing a digital model of the organization of construction on the example of a warehouse complex has been developed.

Keywords: digital technologies, BIM (Building Information Modeling) modeling, information model, foreign experience, organizational and technological documentation, BIM-standards.

For citation: Chakhkiev I.V., Frolova V.E., Kolchedantsev L.M., Sandan R.N. Development of a digital project for the organization of construction on the example of a warehouse complex. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2021. No. 12, pp. 28–34. (In Russian).

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-12-28-34>

В современных реалиях все больше процессов ручного труда заменяют цифровые технологии. Один из основных законов развития техники – закон вытеснения человека из технической системы, кото-

рый реализуется в три этапа: вытеснение человека из рабочих органов системы; вытеснение с уровня управления; вытеснение с уровня принятия решений. Наиболее ярко в современном строительстве про-

слеживается первый этап вытеснения, так как многие функции человека уже давно заменяются механизированными установками. С уровня управления и принятия решений вытеснение происходит не так явно.

Есть несколько причин, из-за чего процесс замещения человека путем внедрения цифровых технологий и автоматизации необходим и актуален:

- сокращение времени принятия решений;
- возможность на этапе планирования выявить и учесть проблемы, которые могут возникнуть в процессе;
- сокращение времени цикла строительства;
- экономия финансовых средств.

Строительство – сложный процесс, а согласно закону необходимого разнообразия Уильяма Эшби [1], невозможно управлять сложными процессами при помощи простой системы. Поэтому чтобы оптимизировать строительство, минимизировать затраты и время и достичь необходимых требований к функциональности готового объекта, необходимо учесть внедрение цифровых технологий уже на этапе проектирования [2].

При организационно-технологическом проектировании использование технологии информационного моделирования повышает уровень инженерной подготовки строительства, в том числе при разработке строительных генеральных планов (СГП). Высокая степень автоматизации и использование информационной модели позволяют уменьшить необходимость привлечения к проектированию специалистов с большим опытом работы и в короткие сроки осуществить вариантную проработку, а значит, подобрать оптимальные, конструктивные, технологические и организационные решения [3].

Визуализация процесса организации строительства способствует заинтересованным лицам в инвестиционном строительном процессе принять окончательное решение по производству и ведению работ.

Однако в России недостаточно нормативных документов, регулирующих разработку организационно-технологических решений на строительной площадке с использованием технологий информационного моделирования. Поэтому чтобы полностью осуществить переход на цифровое моделирование, необходима сформировавшаяся нормативная база [4].

С Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» (пункт «Поручение Президента Российской Федерации от 19 июля 2018 г. № 1235») начался первый этап формирования законодательной, правовой и нормативно-технической базы, обеспечивающей цифровую трансформацию строительной отрасли.

Согласно Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 гг., «внедрение проектного управления на базе современных информационных моделей должно способствовать реализации потенциала инновационного развития строительной отрасли» (Указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 гг.»).

Градостроительный кодекс РФ в результате цифровизации получил ряд изменений:

- статья 57.5: наделение застройщика, лица, ответственного за обоснование инвестиций и эксплуатацию объекта капитального строительства, правом на использование технологий информационного моделирования;
- часть 1 статьи 6: наделение ФОИВ в области градостроительной деятельности полномочиями по: установлению порядка, формированию и ведению классификатора строительной информации, фонда цифровых нормативно-технических документов в строительстве, установлению правил формирования, ведения и использования, требований к составу и содержанию информационной модели объекта;
- часть 2 статьи 48: расширение определения проектной документации;
- пункт 13 статьи 55.24: наделение ответственного лица полномочиями по обеспечению ведения информационной модели объекта и расширение состава сведений, подлежащих включению в информационную модель объекта («Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 30.12.2020) (с изм. и доп., вступил в силу с 10.01.2021)).



Рис. 1. Целевые результаты цифровой трансформации строительной отрасли в России
Fig. 1. Target results of digital transformation of the construction industry in Russia

В Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» были внесены требования, касающиеся выполнения проектной документации с применением информационного моделирования.

Введение нормативной базы в области цифровизации строительной отрасли послужило началом внедрения информационной модели при разработке проектов [5].

По данным отчета ООО «Институт развития строительной отрасли» (Итоги опроса проектировщиков и инженерных изыскателей в рамках разработки «Концепция внедрения системы управления жизненным циклом объектов капитального строительства с использованием технологии информационного моделирования» в период с 30 марта по 24 мая 2019 г.), за 2019 г. результатами проведенной политики в строительной отрасли являются:

– доля участников опроса, которые используют BIM-технологии составляет 22%;

– по этапам жизненного цикла объекта капитального строительства применение BIM-технологий приходится на этап проектирования (80%), строительство (15%), эксплуатация (5%);

– в большей степени среди опрошенных используют BIM-технологии при реализации проектов зданий и сооружений производственного назначения;

– основными причинами внедрения BIM среди строительных компаний стало повышение качества работ и конкурентоспособности;

– проблемы, с которыми чаще всего сталкиваются компании, – это сложности в подборе персонала, увеличение затрат и сроков проектирования.

На основании анализа опроса и введенных нормативных документов можно выявить ряд серьезных вопросов, препятствующих полноценному применению BIM. В первую очередь это отсутствие полноценных стандартов, что приводит к применению различных форматов, привязке к конкретному программному обеспечению и препятствует полноценной организации коллективной работы и созданию среды общих данных.

Во-вторых, отсутствие требований к уровням детализации разрабатываемых (хранящихся) моделей данных на разных стадиях проектирования и эксплуатации.

В Российской Федерации, где инфраструктурные объекты в большинстве случаев принадлежат государству, внедрению BIM также мешает действующая нормативная база, регулирующая порядок взаимодействия заказчика с подрядчиками, в которой отсутствуют соответствующие BIM-требования [6,7].

Но несмотря на вышеизложенное, появление информационного моделирования произвело рево-

люцию в способах взаимодействия архитекторов, инженеров и других специалистов в строительной области. Так, в Финляндии (Общие требования BIM 2012. Серия 13. Использование моделей в строительстве. Проект COBIM, 2012. 21 с.), США (Национальный стандарт BIM – США. Версия 2. Национальный институт строительных наук, строящий альянс SMART, 2012. 676 с.), Великобритании (PAS 1192-2:2013. Спецификация для управления информацией для фазы капиталовложений / сдачи строительных проектов с использованием информационного моделирования зданий. Британский институт стандартов, 2013. 68 с.), Сингапуре (Стандарт BIM в Сингапуре. Версия 2. Строительное управление, 2013. 70 с.), Новой Зеландии (Справочник по BIM Новой Зеландии. Руководство по использованию BIM в строительных проектах. Партнерство по строительству и продуктивности строительства, 2014. 142 с.), Канаде (Протокол AEC (CAN) BIM. Внедрение канадских стандартов BIM для архитектурной, инженерной и строительной промышленности на основе международного сотрудничества. Версия 1. Комитет AEC (Великобритания), комитет проектировщиков AEC (CAN) Can BIM, 2012. 54 с.) и других странах уже существуют национальные BIM-стандарты, которые предусматривают разработку организационно-технологической документации с использованием технологий информационного моделирования [8, 9].

Основной целью разработки данных документов является создание условий для широкого применения BIM определенного стандарта, так называемого уровня 2 (BIM Level 2).

Уровни BIM описаны в PAS 1192-2:2013 [10] в соответствии с определением, введенным М. Бью и М. Ричардсом [11].

Согласно PAS 1192-2:2013 уровни BIM определяются следующим образом.

1. Уровень 0 (Level 0) — создание 2D-чертежей с использованием автоматизированных систем проектирования без единых регламентов и стандартов.

2. Уровень 1 (Level 1) — создание 2D-чертежей с частичным использованием 3D-моделирования. Создание чертежей осуществляется согласно единым стандартам и регламентам.

3. Уровень 2 (Level 2) характеризуется полноценным трехмерным проектированием (моделированием) в среде общих данных (системе инженерного документооборота) с помощью современных автоматизированных систем проектирования с получением документации (автоматически) непосредственно из информационной модели. Модель должна также содержать 4D-(календарные графики реализации проектов) и 5D-описания (стоимостные показатели). При общепринятом употреблении тер-



Рис. 2. Схема оперативного управления ходом строительного процесса с помощью BIM-модели
Fig. 2. Scheme of operational management of the construction process using a BIM model

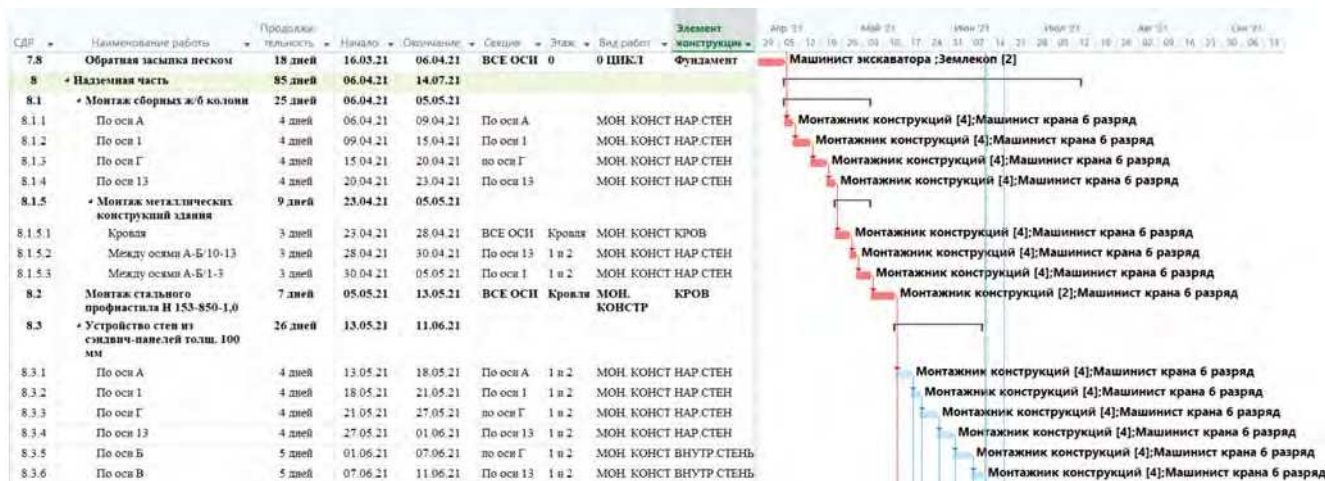


Рис. 3. Фрагмент календарного графика строительства складского комплекса
Fig. 3. Fragment of the calendar schedule for the construction of a warehouse complex

мина BIM в настоящее время имеется в виду именно данный уровень.

4. Уровень 3 (Level 3) представляет собой единую интегрированную систему полного цикла.

Идеология BIM заключается в концептуальном и системном подходе к процессу создания, использования, развития и совершенствования информационной модели здания (сооружения) на протяжении всех этапов жизненного цикла объекта (от предпроектной стадии до сноса) [12].

По мере продвижения строительного процесса информационная модель наполняется параметра-

ми, которые включают информацию о фактически построенных объектах, и представляет собой отчет, входящий в исполнительную документацию (рис. 2).

Оперативное управление осуществляется при взаимодействии двух уровней – верхнего и нижнего. Нижний уровень осуществляет сбор из производственных подразделений первичной информации, ее обработку и передачу верхнему уровню, на котором проводится анализ полученной информации и формирование на ее основании управленческих решений, которые передаются затем нижнему уровню.



Рис. 4. 3D-модель складского комплекса в среде Autodesk Revit
Fig. 4. 3D-model of a warehouse complex in Autodesk Revit environment

Совмещая полученную модель с проектной BIM-моделью, специалисты смогут оперативно внести отклонения хода строительного процесса, а наличие развитой системы обратной связи и контроля позволяет на самом раннем этапе избежать отклонений и снизить риск неполного использования имеющихся производственных мощностей и возникновения простоев [13].

Цифровая модернизация строительной отрасли позволит улучшить качество процессов изысканий, проектирования, экспертизы, строительства и эксплуатации объектов, поэтому важной и первоочередной задачей на сегодняшний день в РФ является разработка нормативно-технической документации.

Перспективы применения 4D-моделирования достаточно широки, это является важным инновационным прорывом в области организации и управления строительством [14–16].

Разработка цифровой модели в системе автоматизированного проектирования (САПР) позволяет повысить качество проектирования, снизить материальные затраты, сократить время на проектирование и наглядно рассмотреть до начала строительства все имеющиеся возможности и строительные ресурсы.

Имеется потребность во внедрении информационных моделей в проектирование строительных объектов. Потребность эта выражается не только в государственной политике, что отражается в указах Президента РФ и поправках в существующие законодательные документы, но и в экономических эффектах. На практике доказана экономическая эффективность применения BIM-моделирования. В настоящей работе приведены положительные эффекты от внедрения информационных моделей в проектирование объектов. Но полноценная нормативно-техническая база для применения данных моделей отсутствует.



Рис. 5. Производство работ на этапе нулевого цикла
Fig. 5. Production of works at the stage of the zero cycle



Рис. 6. Производство работ на этапе возведения надземной части
Fig. 6. Production of works at the stage of construction of the above-ground part

Рассмотрим в данной работе один из возможных способов применения цифровой модели при проектировании организации строительства. В результате исследования будет предложен подход к подготовке цифрового проекта организации строительства на примере складского комплекса.

На сегодняшний день существует много автоматизированных компьютерных систем, которые применяются на всех стадиях создания строительной продукции.

Так, для реализации информационной модели складского комплекса было выбрано несколько программных продуктов, а именно:

– Microsoft Project для создания календарного графика строительства и планирования строительного процесса (рис. 3);

– Autodesk Revit для создания 3D-модели складского комплекса с элементами строительной площадки и техникой для производства работ (рис. 4);

– Autodesk Navisworks для создания 4D-модели с целью визуализации трехмерной модели комплекса строительно-монтажных работ во времени (рис. 5, 6).

Таким образом, можно составить следующий алгоритм разработки цифрового проекта организации строительства.

1. Составление ведомости объемов работ и расчет трудоемкости объекта капитального строительства.

2. Разработка календарного графика строительства объекта с назначением кодов на виды работ и элементы конструкций.

3. Расчет характеристик строительного генерального плана объекта капитального строительства.

4. Формирование 3D-модели в соответствии с нормативными документами в полнофункциональной системе автоматизированного проектирования

(САПР) для моделирования строительства (например, Autodesk Revit).

5. Создание 4D-проекта организации строительства путем объединения трехмерной модели объекта (3D-модели) с графиком производства работ в среде Autodesk Navisworks (или другой программы, поддерживающей данные функции).

Разработка цифрового проекта организации строительства позволяет получить 3D-визуализацию строительной площадки. Благодаря такому подходу облегчается анализ различных вариантов последовательности возведения комплекса зданий на строительной площадке. 4D-календарный график, привязанный к 3D-модели объекта, позволяет проводить проверки временных и пространственных коллизий. Также благодаря 4D-календарному графику облегчается анализ отклонения плана строительства от фактического состояния объекта. К примеру, можно увидеть в модели, какой объем здания должен быть выполнен на 6-й месяц строительства, и сравнить эту модель с возведенным к этому времени объекту.

Визуализация строительно-монтажных работ с высокой долей вероятности оптимизирует производственные процессы как на этапе планирования, так, на этапе возведения с учетом внесения фактических значений и оперативных изменений в график производства работ.

Список литературы

1. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. М.: Иностранная литература, 1959. 432 с.
2. Волков А.А., Петрова С.Н., Гинзбург А.В. Информационные системы и технологии в строительстве. М.: МГСУ, 2015. 424 с.
3. Буравлева А.Ф., Клипина Н.А., Крутилова М.О. Внедрение BIM-технологий в процессе проектирования и строительства объектов недвижимости // *Вестник научных конференций*. 2016. № 10-3 (14). С. 36–39.
4. Талапов В.В. Что влияет на внедрение BIM в России // *САПР и графика*. 2010 г. № 11 (169). С. 12–16.
5. Постнов К.В. Применение BIM-технологий в процессах управления проектными организациями // *Научное обозрение*. 2015. № 18. С. 367–371.
6. Чегодаева М.А. Трудности внедрения и развития BIM-технологий в России // *Молодой ученый*. 2017. № 29 (163). С. 29–32.
7. Клоченко М.О. Проблемы внедрения BIM-технологий // *Актуальные проблемы современной науки: Сборник тезисов научных трудов XXIV Международной научно-практической конференции*, 2017. С. 14–17.

References

1. Ashby W.R. Vvedeniye v kibernetiku [Introduction to cybernetics]. Moscow: Inostrannaya literature. 1959. 432 p.
2. Volkov A.A., Petrova S.N., Ginzburg A.V. Informatsonnye sistemy i tekhnologii v stroitel'stve: uchebnoe posobie [Information systems and technologies in construction]. Moscow: MGSU. 2015. 424 p.
3. Buravleva A.F., Klipina N.A., Krutlova M.O. The introduction of BIM technologies in the design and construction of real estate objects. *Vestnik nauchnykh konferentsii*. 2016. No. 10-3 (14), pp. 36–39. (In Russian).
4. Talapov V.V. What influences the implementation of BIM in Russia. *SAPR i grafika*. 2010. No. 11 (169), pp. 12–16. (In Russian).
5. Postnov K.V. Application of BIM technologies in management processes for design organizations. *Nauchnoe obozrenie*. 2015. No. 18, pp. 367–371. (In Russian).
6. Chegodaeva M.A. Difficulties in the implementation and development of BIM technologies in Russia. *Molodoi uchenyi*. 2017. No. 29 (163), pp. 29–32. (In Russian).
7. Klochenko M.O. Problems of BIM-technologies implementation. *Actual problems of modern science. Collection of abstracts of scientific works of the XXIV In-*

8. Вербов А.В., Каретникова С.В. Зарубежный опыт применения BIM-технологий. *Новые технологии в учебном процессе и производстве. Материалы XVII Международной научно-технической конференции.* 2019. С. 123–127.
9. Талапов В.В. Внедрение BIM в Сингапуре // *САПР и графика.* 2016. № 1 (169). С. 60–63.
10. PAS 1192-2: 2013. Спецификация для управления информацией для фазы капиталовложений / сдачи строительных проектов с использованием информационного моделирования зданий. Британский институт стандартов, 2013. 68 с.
11. Бью М., Андервуд Дж., Уикс Дж., Сторер Г. Переход к BIM в коммерческом мире. *Электронная работа и электронный бизнес в архитектуре, проектировании и строительстве: европейские конференции по моделированию продуктов и процессов (ECCPM 2008).* София: Антиполис; Франция, 2008. С. 139–150.
12. Чегодаева М.А., Тошин Д.С. Преимущества информационного моделирования здания на стадии выполнения строительного-монтажных работ // *Научное обозрение.* 2017. № 22. С. 11–15.
13. Гинзбург А.В., Нестерова Е.И. Технология непрерывной информационной поддержки жизненного цикла строительного объекта // *Вестник МГСУ.* 2011. № 5. С. 317–320.
14. Настаева Ж.Х., Шафиева Э.Т. Опыт использования BIM-технологий за рубежом и перспективы внедрения в России // *Экономика и социум.* 2018. № 11 (54). С. 1245–1248.
15. Шарманов В.В., Мамаев А.Е., Симанкина Т.Л. Контроль рисков строительства на основе BIM-технологий // *Строительство уникальных зданий и сооружений.* 2017. № 12 (63). С. 113–124. Doi: 10.18720/CUBS.63.6
16. Балакина А., Симанкина Т., Лукинов В. 4D моделирование в высотном строительстве // *E3S Web of Conferences.* 2018. 33, 03044. Doi: org/10.1051/e3sconf/20183303044
8. Verbov A.V. Karetnikova S.V. Foreign experience in the use of BIM technologies. *New technologies in the educational process and production. Materials of the XVII International Scientific and Technical Conference.* 2019, pp. 123–127. (In Russian).
9. Talapov V.V. Vnedreniye BIM v Singapure [BIM Implementation in Singapore.] *SAPR i grafika.* 2016. No. 1 (169), pp. 60–63. (In Russian).
10. PAS 1192-2:2013. Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modeling. The British Standards Institution. 2013, pp. 68. (In Russian).
11. Bew M., Underwood J., Wix J., Storer G. Going BIM in a Commercial World. *eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction: European Conferences on Product and Process Modeling (ECCPM 2008).* Sophia Antipolis. France. 2008, pp. 139–150.
12. Chegodaeva M.A., Toshin D.S. Advantages of building information modeling at the stage of construction and installation works. *Nauchnoe obozrenie.* 2017. No. 22, pp. 11–15. (In Russian).
13. Ginzburg A.V., Nesterova E.I. Technology of continuous information support of the life cycle of a construction object. *Vestnik MGSU.* 2011. No. 5, pp. 317–320. (In Russian).
14. Nastaeva Zh.Kh., Shafieva E.T. Experience in using BIM technologies abroad and the prospects for implementation in Russia. *Ekonomika i sotsium.* 2018. No. 11 (54), pp. 1245–1248. (In Russian).
15. Sharmanov V.V., Mamaev A.E., Simankina T.L. Control of construction risks based on BIM technologies. *Stroitel'stvo unikal'nykh zdaniy i sooruzheniy.* 2017. No. 12 (63), pp. 113–124. (In Russian). Doi: 10.18720/CUBS.63.6
16. Balakina A., Simankina T., Lukinov V. 4D modeling in high-rise construction. *E3S Web of Conferences.* 2018. 33, 03044. Doi: org/10.1051/e3sconf/20183303044

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-ра геол.-минер. наук А.Г. Шашкина)
СПб.: 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 сооружений. 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

УДК 622.868.15

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-12-35-44>

А.В. ГИНЗБУРГ¹, д-р техн. наук;
А.В. МАСЛЯЕВ², канд. техн. наук (victor3705@mail.ru)

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

² Научно-исследовательская сейсмическая лаборатория (400117, г. Волгоград, ул. Землячки, 27, корп. А, к. 51)

Защита населенных пунктов при опасных природных явлениях — главная цель строительной системы России

В настоящее время примерно 95% населения России проживает в населенных пунктах. При этом многие населенные пункты России почти каждый год подвергаются затоплениям. Обосновываются причины незащищенности населенных пунктов от опасных природных воздействий: населенные пункты не признаны в федеральных законах и нормативных документах РФ строительного содержания объектами капитального строительства; массовые жилые и общественные здания населенных пунктов рассчитываются на минимальные воздействия опасных природных явлений. Предложено в санитарных нормах СН 2.2.4/2.1.8.566–96 предусмотреть предельно допустимые значения логарифмических уровней виброскоростей в конструкциях первых этажей жилых и общественных зданий при землетрясении: при 7-балльном сейсмическом воздействии $L_v \leq 90$ дБ; при 8-балльном сейсмическом воздействии $L_v \leq 100$ дБ; при 9-балльном сейсмическом воздействии $L_v \leq 110$ дБ. В ГОСТ 31937–2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» предусмотреть допустимый уровень федерального индивидуального риска, равный $P_{\text{риск}} = 10^{-8}$, при усредненной повторяемости федеральных землетрясений 50 лет.

Ключевые слова: населенные пункты, объект капитального строительства, опасные природные явления, здание, защита жизни людей, федеральный закон, нормативный документ.

Для цитирования: Гинзбург А.В., Масляев А.В. Защита населенных пунктов при опасных природных явлениях – главная цель строительной системы России // *Жилищное строительство*. 2021. № 12. С. 35–44.
DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-12-35-44>

A.V. GINZBURG¹, Doctor of Sciences (Engineering);

A.V. MASLYAEV², Candidate of Sciences (Engineering) (victor3705@mail.ru)

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

² Seismic Research Laboratory (27, bildg. A, rm, 51, Zemlyachki Street, Volgograd, 51400117, Russian Federation)

Protection of Localities in Hazardous Natural Phenomena is the Main Purpose of the Russian Construction System

Currently, approximately 95% of the Russian population lives in settlements. Meanwhile, many settlements in Russia are flooded almost every year. The reasons for the vulnerability of settlements from dangerous natural impacts are substantiated: settlements are not recognized in federal laws and regulatory documents of the Russian Federation of construction content as capital construction objects; the most massive residential and public buildings of settlements are calculated for minimal impacts of natural hazards. It is proposed in the sanitary norms of СН 2.2.4/2.1.8.566–96 to provide maximum permissible values of logarithmic levels of vibration velocities in the structures of the first floors of residential and public buildings during an earthquake: at 7-point seismic impact $L_v \leq 90$ dB; with 8-point seismic impact $L_v \leq 100$ dB; at a 9-point seismic impact – $L_v \leq 110$ dB. In GOST 31937–2011 “Buildings and structures. Rules of inspection and monitoring of technical condition” it’s necessary to provide for an acceptable level of federal individual risk equal to $R_{\text{risk}} = 10^{-8}$ with an average repeatability of federal earthquakes of 50 years.

Keywords: settlements, capital construction object, dangerous natural phenomena, bulding, protection of human life, federal law, regulatory document.

For citation: Ginzburg A.V., Maslyayev A.V. Protection of localities in hazardous natural phenomena is the main purpose of the Russian construction system. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2021. No. 12, pp. 35–44. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-12-35-44>

Основная цель данной статьи – разработка дополнительного перечня новых положений федеральных законов и нормативных документов РФ строительного содержания о защите населенных пунктов Рос-

сии от воздействия опасных природных явлений. Для решения этой цели использовались основы теории сейсмостойкого строительства, метод математической статистики, нормальный закон распределения

реакции людей в зданиях при землетрясении и анализировались: содержание федеральных законов и нормативных документов РФ строительного содержания по защите населенных пунктов от воздействия опасных природных явлений; выводы российских и зарубежных ученых о «периодическом» природном правиле проявления всех эндогенных процессов (землетрясения, наводнения и т. д.) на Земле; статистика всплеска сейсмической активности землетрясений на территории СССР (России) в течение примерно тридцати лет в XX в.; статистика разрушения зданий с гибелью тысяч людей при повторных землетрясениях (толчках); основные теоретические правила при размещении зданий с повышенной ответственностью на территории населенного пункта и определении индивидуального сейсмического риска в зданиях при землетрясении.

В федеральных законах № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации», № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (далее – 384-ФЗ) и нормативном документе РФ СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» отсутствует признание населенных пунктов объектами капитального строительства. Более того, в 384-ФЗ отсутствует запись, что проектируемые здания и сооружения предназначены (не предназначены) для возведения на территориях населенных пунктов. Имеется много зданий в виде «одиноко стоящих объектов» на местности. Более того, в п. 12 ст. 2 384-ФЗ отсутствует необходимость защищать здания и сооружения от такого опасного природного явления, как наводнение (записано в этом п. 12 только «подтопление территории»). Именно поэтому у населенных пунктов России отсутствует такая важнейшая для них техническая характеристика, как рекомендуемые сроки эксплуатации, что исключает всякую возможность для проектировщиков выполнять для них обязательные расчеты по их защите на воздействия опасных природных явлений [1].

Второй основной причиной, от которой зависит защищенность населенных пунктов при опасных природных воздействиях, следует признать использование специалистами в расчетах массовых жилых и общественных зданий только таких воздействий, которые в наибольшей степени отражают реальные закономерности их проявления по интенсивности и повторяемости за определенный период времени на местности. Ученые в области строительной физики [1, 2] подтверждают многочисленные изменения климата на Земле в виде смены периодов оледенений на периоды оттепелей и отмечают, что «изменение климата на Земле... происходит в сторону потепления». Они отмечают [2], что при потеплении

состояние грунтов в северных регионах, где различные здания и сооружения были построены на вечной мерзлоте, создает опасность их разрушения и требует разработки инженерных решений по сохранению оттаиваемых грунтов в мерзлом состоянии или мероприятий по укреплению фундаментов.

Если учесть, что площадь вечномерзлых грунтов составляет примерно 50% территории России, то последствия от оттаивания вечномерзлых грунтов предстоит еще только подсчитывать. Более того, динамичность изменения климата на Земле обоснована в исследованиях К. Хассельмана и С. Манабэ «За моделирование физики климата Земли, математическое описание изменчивых систем и точное предсказание глобального потепления» (5.10.2021 г. они получили Нобелевскую премию по физике). Выводы ученых-геологов о периодичности проявления землетрясений только подтверждают сложившуюся общую периодическую изменчивость всех геодинамических процессов на Земле (в отличие от их «усредненных» (заниженных) значений в нормативных документах РФ строительного содержания). Более конкретно о периодичности проявления эндогенных процессов на Земле пишут известные ученые-геологи [3]: «Еще одна сторона тектогенеза первостепенной важности, не учитываемая классической тектоникой плит, – периодичность в изменении интенсивности тектонических и вообще эндогенных процессов. Периодичность эта проявляется в различных масштабах – от короткопериодных, происходящих на наших глазах изменений сейсмической и вулканической активности до тектонических (тектономагматических) мегациклов длительностью порядка 600 млн лет».

О цикличности очагов землетрясений свидетельствуют и другие известные российские ученые-геологи [4]: «В работах (Базавлук, Юдахин, 1993; 1998) высказано мнение о том, что тектонические напряжения в земной коре носят волновой характер и порождают деформационные волны, вызывающие циклический характер проявления сейсмичности... Описанные результаты и полученные ранее (Юдахин, Французова, 2001б; Yudakhin, 2003) свидетельствуют о наличии циклической миграции очагов землетрясений». Другими словами, получается, что после вероятного длительного «затишья» землетрясений на территориях населенных пунктов вдруг неожиданно может возникнуть всплеск их сейсмической активности; тогда землетрясения начинают проявляться не только с максимальной интенсивностью, но и с очень малым временем их повторяемости, что во много раз усиливает их разрушительную способность, влияющую на строительные объекты. Например, на территории России после Нефтегорского землетрясения 1995 г. (Сахалин) не было еще

ни одного разрушительного землетрясения. Именно поэтому всплески сейсмической активности землетрясений строители только и должны признавать самыми опасными воздействиями для населенных пунктов России. Поэтому в существующих зданиях и сооружениях населенных пунктов России при очередном всплеске сейсмической активности землетрясений могут возникнуть разрушения их конструкций с гибелью людей.

О том, что населенные пункты в России не защищены от воздействия землетрясений, свидетельствует сама жизнь: например, из-за неудачного выбора места для г. Северо-Курильска в нем от цунами в 1952 г. погибло более 2 тыс. чел.; при землетрясении в 1995 г. погибло более 2 тыс. чел. в сахалинском рабочем поселке Нефтегорск. Затопления многих населенных пунктов в России наблюдается каждый год. Все это свидетельствует о том, что в нормативных документах РФ строительного содержания предусмотрены заниженные значения опасных природных факторов для расчетов самых массовых жилых и общественных зданий населенных пунктов.

Федеральные законы РФ и нормативные документы РФ строительного содержания о защищенности населенных пунктов

Степень защищенности зданий и сооружений в России определяется в основном в зависимости от принятого уровня их ответственности, поэтому вначале рассмотрим основные правила по их определению в федеральных законах и нормативных документах РФ строительного содержания. Так, в п. 8 ст. 4 закона № 384-ФЗ записано: «К зданиям и сооружениям повышенного уровня ответственности относятся здания и сооружения, отнесенные в соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации к особо опасным, технически сложным или уникальным объектам». В п. 2 ст. 48.1 закона № 190-ФЗ записано: «К уникальным объектам относятся объекты капитального строительства... в проектной документации которых предусмотрена хотя бы одна из следующих характеристик: 1) высота более чем 100 м; 2) пролеты более чем 100 м...». Таким образом, к повышенной ответственности, согласно требованиям федеральных законов № 190-ФЗ, 384-ФЗ, относятся только жилые и общественные высотные здания (выше 25 этажей). К тому же в п. 11 ст. 4 федерального закона отмечено, что уровень ответственности зданий и сооружений указывается только: «1) застройщиком (заказчиком)... в задании на проектирование». В примечании таблицы 5.3 СП 14.13330.2018 подтверждается роль заказчика в определении назначения здания: «Технический заказчик самостоятельно задает назначение сооружения, следуя ука-

заниям нормативных документов». Это положение федеральных законов и нормативных документов РФ строительного содержания противоречит не только ст. 72 Конституции РФ, но, самое главное, и основным теоретическим основам по сейсмостойкому строительству, согласно которым здания и сооружения с повышенной ответственностью в населенных пунктах уже на стадии проектирования генпланов населенных пунктов должны располагаться только на самых благоприятных (лучших) грунтовых, тектонических, сейсмических условиях, что уже изначально значительно повышает их сейсмозащиту [5].

Более того, генпланы населенных пунктов должны также разрабатываться и с учетом наибольшей вероятности направления воздействия опасных природных явлений, что также способствует только повышению степени их сейсмозащиты. Это возможно при условии, когда проектировщики уже перед началом проектирования генпланов населенных пунктов получают от заказчика перечень зданий и сооружений с повышенным уровнем ответственности [6], который должны составлять лучшие региональные специалисты [7]. Защита населенного пункта – это прежде всего защита массовых жилых и общественных зданий, в которых при землетрясении будет находиться основная часть населения. Именно поэтому все массовые жилые и общественные здания должны считаться объектами с повышенной ответственностью, что противоречит вышеприведенным положениям двух федеральных законов № 190-ФЗ, 384-ФЗ и нормативного документа СП 14.13330.2018, когда заказчик определяет уровень ответственности перед самым началом возведения объекта на территории населенного пункта. Поэтому, например, в Японии только группа региональных специалистов определяет и сейсмические карты, и правила расчетов для всех зданий и сооружений, а не государственная власть, как это происходит в РФ [8].

Определять уровень ответственности здания только силами заказчика непосредственно перед началом его возведения на местности просто недопустимо, такое запоздалое индивидуальное решение для отдельного жилого здания не может отражаться в расчетах по защите всего населенного пункта от воздействия опасного природного явления, которое, как уже говорилось, должно решаться региональными специалистами еще до стадии проектирования его генплана [9].

Прежде всего следует сказать о том, что в комплексе нормативных сейсмических карт ОСП-2015 размещены только региональные «усредненные» (заниженные) значения характеристик землетрясений (их интенсивность за большой период времени), которые сейсмическим воздействием на здания и со-

оружения могут быть менее опасными по сравнению с уровнями сейсмических воздействий за короткий период всплеска сейсмической активности. Ведь правило о периодичности проявления землетрясений на местности говорит о том, что они могут в течение примерно 20–30 лет проявляться на поверхности Земли только с максимальной интенсивностью и, что очень важно, с очень малым временем их повторяемости. Это в совокупности и представляет большую опасность для строительных объектов. При этом строители должны помнить и о том, что при увеличении сметной стоимости на 1% за счет усиления прочности конструкций жизненный срок эксплуатации увеличивается примерно на 10 лет. В [9] показано, что сроки эксплуатации самых массовых жилых и общественных зданий должны определяться с учетом длительности сроков эксплуатации самих населенных пунктов с целью значительного уменьшения количества их сносов (утилизации) за примерно одну тысячу лет.

Единственным нормативным документом, который объективно характеризует профессиональный уровень технических решений для зданий и сооружений в федеральных законах и нормативных документах РФ строительного содержания, является межгосударственный стандарт ГОСТ 31937–2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния», в котором приводится правило определения уровня риска для этих зданий и сооружений при опасных природных воздействиях. Так, например, в Приложении Ф ГОСТ 31937–2011 говорится, что риск для здания и сооружения определяется с учетом срока его эксплуатации: «...риск нанесения зданию (сооружению) ущерба определенного уровня при опасном воздействии данной интенсивности за срок службы объекта». Такое определение нормативного риска для массовых жилых и общественных зданий населенных пунктов противоречит выводу российских ученых [10]: «Также следует заметить, что риск для группы зданий в значительной степени выше, чем сумма рисков по отдельным элементам». Это дополнительно подтверждается многочисленными исследованиями по организационно-технологической надежности строительства [11–13]. Поэтому в [9] показано, что для массовых жилых и общественных зданий населенных пунктов недопустимо определять риск за время срока их службы, так как в населенных пунктах после утилизации каждого жилого здания почти тут же на его месте, как правило, возводится новое такое же здание. Таким образом, данное приведенное определение риска для жилых и общественных зданий позволяет сказать, что федеральные законы и нормативные документы РФ строительного содержания предусматривают

правила их расчета только как для «отдельно стоящих объектов», т. е. без учета замены таким же новым зданием [14].

По этому определению риска для зданий и сооружений в ГОСТ 31937–2011 можно сделать вывод, что населенные пункты России застраиваются отдельно стоящими зданиями и сооружениями. В Федеральном законе № 384-ФЗ в п. 26 ст. 2 отмечается: «...уровень ответственности – характеристика здания или сооружения, определяемая в соответствии с объемом экономических, социальных и экологических последствий его разрушения». Но ведь значение индивидуального сейсмического риска при землетрясении на территории населенного пункта должно определяться с учетом общего числа людей, которые во многих жилых и общественных зданиях могут быть подвержены одному сейсмическому воздействию. Приведем пример такого расчета индивидуального сейсмического риска в зависимости от учитываемого в расчетах числа людей.

Анализ реальных характеристик прошедших землетрясений и наводнений на территории России

Для выявления реальных характеристик прошедших землетрясений на территории России за последнее примерно 100 лет использовалась приведенная в [15] статистика землетрясений с магнитудой $M \geq 6$ и интенсивностью более 7 баллов за короткий интервал времени в сейсмоопасных районах СССР и на территориях других стран мира [16, 17]. Этот рассматриваемый интервал времени оказался примерно между окончанием 1940-х гг. и середины 1970-х гг. и равным примерно 30 годам [18]. В пределах выбранного интервала времени по каждому сейсмоопасному региону или территории другой страны выписывались дата, год землетрясений с магнитудой $M \geq 6$ и при интенсивности более 7 баллов, но без учета первых повторных землетрясений (толчков). Цель данной работы была в том, чтобы подтвердить или опровергнуть вероятность всплеска сейсмической активности землетрясений с максимальной магнитудой $M \geq 6$ на территориях сейсмоопасных регионов СССР и ряда зарубежных стран за короткий промежуток времени. В результате получилась следующая информация о прошедших сильных землетрясениях (учтены не все землетрясения на Земле):

Камчатка: 1. 4 ноября 1952 г. $M=8.5$. 2. 13 апреля 1957 г. $M=6.8$. 3. 15 августа 1957 г. $M=6.8$. 4. 4 мая 1959 г. $M=7.6$. 5. 18 июня 1959 г. $M=7$. 6. 19 июля 1965 г. $M=6.5$. 7. 22 ноября 1969 г. $M=7.7$. 8. 24 ноября 1971 г. $M=7.3$. 9. 15 декабря 1971 г. $M=7.8$. 10. 12 июня 1972 г. $M=5.8$. 11. 22 января 1974 г. $M=6.1$ (усредненная повторяемость сильных землетрясений – 2 года).

Курилы: 1. 4 марта 1952 г. $M=8.3$. 2. 6 ноября 1958 г. $M=8.2$. 3. 7 мая 1962 г. $M=6.7$. 4. 28 июня 1963 г. $M=7$. 5. 23 июня 1964 г. $M=7.2$. 6. 19 марта 1967 г. $M=7$. 7. 29 января 1968 г. $M=7.3$. 8. 20 мая 1968 г. $M=7$. 9. 1 августа 1968 г. $M=8.2$. 10. 28 февраля 1973 г. $M=7.5$. 11. 17 июня 1973 г. $M=7.9$ (усредненная повторяемость сильных землетрясений – 1,7 года).

Сахалин: 1. 2 февраля 1951 г. $M=5.5$ с интенсивностью до 8 баллов. 2. 2 октября 1964 г. $M=5.8$ с интенсивностью до 9 баллов. 3. 5 сентября 1971 г. $M=7.5$ (усредненная повторяемость сильных землетрясений – 7 лет).

Прибайкалье: 1. 4 апреля 1950 г. $M=7.0$. 2. 1 января 1951 г. $M=5.8$ с интенсивностью до 9 баллов. 3. 6 февраля 1957 г. $M=6.5$. 4. 27 июня 1957 г. $M=7.6$. 5. 4 декабря 1957 г. $M=8.1$. 6. 29 августа 1959 г. $M=6.8$. 7. 5 января 1967 г. $M=7.8$ (усредненная повторяемость сильных землетрясений – 2,5 года).

Средняя Азия и Казахстан: 1. 28 июля 1947 г. 2. 10 июля 1949 г. 3. 23 января 1954 г. 4. 22 сентября 1956 г. 5. 21 декабря 1958 г. 6. 24 декабря 1959 г. 7. 25 апреля 1966 г. 7. 5 июня 1970 г. 8. 10 мая 1971 г. 9. 11 августа 1974 г. (усредненная повторяемость сильных землетрясений – 3 года).

Западная Туркмения: 1. 5 октября 1948 г. 2. 12 февраля 1953 г. 3. 24 ноября 1955 г. 4. 2 июля 1957 г. 5. 5 октября 1962 г. 6. 3 января 1969 г. (усредненная повторяемость сильных землетрясений – 3,5 года).

Кавказ: 1. 8 декабря 1959 г. 2. 18 сентября 1961 г. 3. 4 сентября 1962 г. 4. 12 октября 1962 г. 5. 16 июля 1963 г. 6. 20 апреля 1966 г. 7. 9 июня 1968 г. 8. 1 сентября 1968 г. 9. 3 января 1970 г. 10. 14 мая 1970 г. 11. 4 декабря 1970 г. (усредненная повторяемость сильных землетрясений – 1 год).

Монголия: разрушительное Гоби-Алтайское землетрясение 4 декабря 1957 г. с магнитудой $M=8.1$.

Китай: 1. землетрясение 15 августа 1950 г. в Тибете с $M=8.6$. 2. Таншаньское землетрясение 28 июля 1976 г. с $M=7.9$ (повторяемость землетрясений равна 26 лет).

Индия: Ассамское землетрясение 15 августа 1950 г. с интенсивностью до 10 баллов.

Япония: 1. Фукуйское землетрясение 28 июня 1948 г., в эпицентральной зоне интенсивность 9 баллов, погибло более 5 тыс. человек. 2. Землетрясение в Ниигате 16 июня 1964 г. с $M=7.5$. 3. Землетрясение в Токачиоки 16 мая 1968 г. с $M=7.8$ (усредненная повторяемость землетрясений – 10 лет).

Турция: 1. Вартское землетрясение 19 августа 1966 г. с $M=7$. 2. Гедизское землетрясение 28 марта 1970 г. с $M=7.75$ (повторяемость землетрясений – 4 года).

Иран: 1. Бендер-Аббасское землетрясение 8 ноября 1971 г. с $M=5.9$. 2. Гхирское землетрясение

10 апреля 1972 г. с $M=6.9$ (повторяемость землетрясений равна 1 году).

Италия: 1. Тосканское землетрясение в феврале 1971 г. с интенсивностью 8 баллов. 2. Землетрясение 6 мая 1976 г. с $M=6.5$ (повторяемость землетрясений – 5 лет).

США: 1. Землетрясение 27 марта 1964 г. на Аляске с $M=8.5$. 2. Землетрясение в Паркфилде (Калифорния) 27 июня 1966 г. с $M=6.5$. 3. Землетрясение в Сан-Фернандо 9 февраля 1971 г. с $M=6.6$ (повторяемость землетрясений – 3,3 года).

Чили: Великое Чилийское землетрясение 22 мая 1960 г. с $M=9.5$ (с большей магнитудой землетрясения в Земле быть не может).

Приведенная статистика землетрясений с интенсивностью более 6 баллов за период времени от конца 1940-х гг. и примерно до середины 1970-х гг. свидетельствует о свершившейся повышенной сейсмической активности землетрясений сразу на территориях всех шести разных сейсмоопасных регионов СССР и ряда зарубежных стран, после которого наступило относительное «затишье» землетрясений на территории СССР (России) до сегодняшнего дня. Но все же основной здесь вывод необходимо сделать в отношении прошедших тогда землетрясений с самой максимальной магнитудой $M \geq 8$, которые, по данным нормативной сейсмической карты ОСР-2015-С, должны происходить на территориях сейсмоопасных регионов России с периодом повторяемости один раз в 5000 лет ($T=5$ тыс. лет). Но с какой же повторяемостью произошли реальные землетрясения на территории СССР за время прошедшего всплеска своей активности из вышеприведенной статистики: 4 марта 1952 г. на территории Курил произошло землетрясение с $M=8.3$, а потом ровно через 8 месяцев на рядом расположенной территории Камчатки 4 ноября 1952 г. произошло почти такое же землетрясение с $M=8.5$. Потом снова на территории Курил вначале примерно через 6 лет, а потом через 10 лет происходят еще два таких землетрясения с магнитудой $M=8.2$. Получается, что на территориях СССР (Курилы, Камчатка, Прибайкалье) за 16 лет произошло пять землетрясений с $M \geq 8$ с усредненной повторяемостью один раз в 3,2 года (но не один раз в 5000 лет, как это указано в сейсмической шкале ОСР-2015-С). За этот рассматриваемый период времени произошли землетрясения с магнитудой $M \geq 8$ также на территориях ряда других стран: Монголия 1957 г. с $M=8.1$; Китай 1950 г. с $M=8.6$; Индия 1950 г. с интенсивностью до 10 баллов; Япония 1948 г. с интенсивностью 9 баллов; США 1964 г. с $M=8.5$; Чили 1960 г. с $M=9.5$. Тогда усредненная повторяемость всех этих максимальных землетрясений (с $M \geq 8.0$) на Земле за указанный период времени равна пример-

но один раз в полтора года ($T=1.5$ год). Именно поэтому можно сделать уверенный вывод, что в период времени примерно с конца 1940-х гг. и до середины 1970-х гг. на территории СССР и ряда стран произошел очередной всплеск сейсмической активности землетрясений, который оказался наиболее опасным для населенных пунктов России.

Следующей значительной недоработкой федеральных законов и нормативных документов РФ строительного содержания следует считать отсутствие учета в расчетах сейсмостойких зданий воздействия первых повторных землетрясений (толчков) [18]. Так, например, при Спитакском землетрясении 1988 г. (Армения) через 4 мин 20 с произошло первое повторное землетрясение, от воздействия которого разрушились десятки жилых зданий с гибелью примерно 25 тыс. человек. 12 мая 2008 г. на территории Китая после главного землетрясения примерно в течение одного часа произошло еще шесть сильных повторных землетрясений, в результате воздействия которых разрушены многие здания и погибли десятки тысяч человек. В январе 2010 г. на территории Гаити после главного землетрясения в течение 19 мин произошли еще два повторных сильных землетрясения, в результате воздействия которых разрушились многие строительные объекты с гибелью десятков тысяч человек. На территории Италии в августе 2016 г. произошла серия сильных землетрясений с разрушением зданий и гибелью сотен людей. В [18] обосновывается, что основными причинами разрушения зданий и гибели людей при повторных землетрясениях являются факторы, отраженные в некоторых пунктах СП 14.13330.2018:

– п. 5.10 о расчете сейсмостойких зданий только на одно сейсмическое воздействие;

– п. 5.16 о том, что расчет зданий выполняют на одно сейсмическое воздействие, которое наиболее вероятно в течение 50 лет, с допущением образования в их конструкциях предельно допустимых повреждений 3-й степени по сейсмической шкале MSK-64, но которая уже не допускает воздействие на здание даже слабого повторного землетрясения (за 3-й степенью повреждения по MSK-64 следует 4-я степень с обрушением отдельных конструкций здания). Например, в японском стандарте сейсмостойкого строительства здания рассчитывают сразу на два уровня сейсмических воздействий [8]: вначале здания рассчитывают на сейсмическое воздействие, которое наиболее вероятно один раз в 30 лет при недопущении образования в них при землетрясении каких-либо повреждений, а потом на сейсмическое воздействие, которое может быть раз в 300 лет, но уже с допущением образования в зданиях предельных степеней повреждения. Поэтому в [19] для учета воз-

действия первого повторного землетрясения предложено при определении сейсмической нагрузки на здание в нормативной формуле 5.1 СП 14.13330.2018 значение коэффициента K_1 увеличивать в два раза, что позволит уменьшить предельно допустимую степень повреждения при главном землетрясении до 2-й степени и даст возможность зданию выдержать воздействие еще одного первого повторного землетрясения без обрушения.

Другой важнейшей характеристикой землетрясений и наводнений является их «большой масштаб» воздействия на поверхности Земли, ведь они могут подвергать разрушительному воздействию территории сразу нескольких населенных пунктов. Вероятность «большой масштабности» проявления землетрясений, особенно с магнитудой более 6 ($M=6$), математическим способом обосновывается сейсмологами в содержании формулы 4 ГОСТ Р 57546–2017 «Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности», которая предназначена для определения сейсмической интенсивности на большой поверхности Земли на любом расстоянии от очага землетрясения до строительного объекта:

$$I = a M_S - b g (H^2 + R^2)^{0.5} + c, \quad (1)$$

где M_S – магнитуда по поверхностным волнам; H – глубина очага, км; R – эпицентрального расстояние от очага землетрясения до строительного объекта; a , b , c – эмпирические коэффициенты региона.

Именно так и произошло при Спитакском 1988 г. землетрясении, когда под одним сейсмическим воздействием оказались сразу такие большие города Армении, как Спитак, Леникан, Кировакан, Степанаван и многие более мелкие населенные пункты, в которых могло находиться примерно до одного миллиона человек (почему-то такого подсчета числа населения никто не делал). Или пример повторяющихся наводнений в последние годы на территориях многих населенных пунктов России. Другими словами, при землетрясении под сейсмическим воздействием в массовых жилых и общественных зданиях может оказаться примерно до одного миллиона человек. И этот последний важнейший реальный факт должен быть самым главным условием, например, при определении нормативного значения индивидуального сейсмического риска, который должен учитывать общее число людей во многих зданиях, которые могут быть подвержены воздействию одного землетрясения. Такое требование к определению значения допустимого риска исходит из содержания самой математической формулы, которую используют специалисты. Поэтому, анализируя вышеизложенные выводы ученых-геологов, сейсмологов, строителей, медиков России, можно заключить, что самым главным объектом за-

щиты при воздействиях опасных природных явлений у строительной системы России должны быть люди, а не строительные объекты. Об этом говорится и в ст. 2 Конституции РФ. В п. 1 ст. 1 Федерального закона № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» даже указывается, что его главная цель – «защита жизни и здоровья граждан». В нижеприводимых расчетах ожидаемых человеческих жертв в зданиях при землетрясении рассмотрим влияние его на конечный результат показателя числа размещенных в них людей:

$$U_{\text{жертв}} = P_{\text{чел/год}} \cdot N_{\text{общ.людей}} / Y_{\text{в год}}, \quad (2)$$

где $U_{\text{жертв}}$ – ожидаемые человеческие жертвы; $P_{\text{чел/год}}$ – значение нормативного индивидуального сейсмического риска из ГОСТ 31937–2011; $N_{\text{общ. людей}}$ – число людей в зданиях под одним сейсмическим воздействием; $Y_{\text{в год}}$ – вероятность землетрясения (деление единицы на минимальную нормативную повторяемость землетрясения по сейсмической карте А один раз в 500 лет).

Например, в населенных пунктах Дальнего Востока много трехэтажных жилых зданий, поэтому в одном здании будет размещаться примерно 200 человек, что и используется в данном расчете:

$$U_{\text{жертв}} = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 200 / 0.002 = 0 \text{ человек}. \quad (3)$$

Или другой пример расчета, когда во многих жилых и общественных зданиях при землетрясении будет размещаться 1 млн человек:

$$U_{\text{жертв}} = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 10^6 / 0.002 = 2500 \text{ человек}. \quad (4)$$

Как видим, число людей в зданиях при воздействии землетрясения значительно влияет на значение рисков. Именно поэтому при Спитакском 1988 г. землетрясении реальные потери составили примерно 25 тыс. человек, что значительно больше расчетных по формуле (4), что говорит о завышенном значении нормативного допустимого риска $P_{\text{чел/год}} = 5 \cdot 10^{-6}$ в ГОСТ 31937–2011. Поэтому по формуле (4) определим значение сейсмического риска, которое при повторяемости землетрясения раз в 500 лет не позволит даже в самих расчетах образованию человеческих жертв в населенных пунктах при числе людей в один миллион:

$$\begin{aligned} P_{\text{риск}} &= 0 \text{ человек} \cdot 0.002 / 10^6; \\ P_{\text{риск}} &= 2 \cdot 10^{-3} / 10^6 = 2 \cdot 10^{-9}; \\ 2 \cdot 10^{-9} / 5 \cdot 10^{-6} &= 400. \end{aligned} \quad (5)$$

Как видим, расчетное необходимое значение сейсмического риска по формуле (5) при землетрясении раз в 500 лет ($P_{\text{риск}} = 2 \cdot 10^{-9}$) получилось в 400 раз меньше нормативного допустимого риска ($P_{\text{риск}} = 5 \cdot 10^{-6}$). Но ведь недопустимо, чтобы даже

в самих расчетах ожидаемого числа жертв в зданиях при землетрясении результат превышал более десяти человек. Как известно, в комплекте сейсмических карт ОСР-2015 приведены значения интенсивности и повторяемости землетрясений только для территорий отдельных регионов, но не для всей территории России. Так, специалистам хорошо известна закономерность, что чем на большей территории Земли рассматривается вероятность землетрясений, тем чаще они происходят. Например, если определять вероятность землетрясения сразу на всей территории Земли, то получится, что где-то обязательно произошло землетрясение. Поэтому для определения федеральных рисков на всей огромной территории России использовать значения региональной повторяемости землетрясений недопустимо. В силу того, что дата и время у всех региональных землетрясений почти всегда будут разными, повторяемость во времени между этими региональными (федеральными) землетрясениями по своему значению всегда будет меньше. Например, в мае 1970 г. произошло сильное Дагестанское землетрясение, а в ноябре 1971 г. – сильное Петропавловск-Камчатское. Получается, что разница во времени между этими двумя федеральными землетрясениями на территории СССР составила всего лишь 1,5 года. Но только не 500, 1000, 5000 лет, как это указывается в нормативном комплекте сейсмических карт ОСР-2015. Ведь для определения значения федерального сейсмического риска допустимо использовать только значения повторяемости федеральных землетрясений на всей территории России (а не в пределах только одного региона). Поэтому в [9] предложено для определения федеральных сейсмических рисков использовать повторяемость землетрясений один раз в 50 лет и допустимый сейсмический риск, равный $P_{\text{риск}} = 10^{-8}$ (это значение принято в Голландии):

$$U_{\text{жертв}} = 10^{-8} \cdot 10^6 / 0.02 = 0 \text{ чел}. \quad (6)$$

Как видим, только при допустимом сейсмическом риске $P_{\text{риск}} = 10^{-8}$ и повторяемости землетрясения раз в 50 лет расчет не показывает вероятности человеческих жертв при землетрясении на территориях сразу нескольких населенных пунктов России с общим числом людей 1 млн. Но, как известно, увеличение повторяемости землетрясений на территориях населенных пунктов приводит, как правило, только к увеличению сейсмических рисков.

Наконец мы подошли к изложению самого главного недостатка всех федеральных законов и нормативных документов РФ строительного содержания: они не защищают жизнь и здоровье людей в зданиях при воздействиях землетрясений и при ряде пожа-

ров. Так, например, в п. 1 ст. 1 Федерального закона № 384-ФЗ указывается, что «закон принимается в целях: 1) защиты жизни и здоровья граждан». В п. 2 ст. 10 Федерального закона записано: «Здание и сооружение должно быть спроектировано и построено таким образом, чтобы в процессе эксплуатации здания и сооружения обеспечивались безопасные условия для проживания и пребывания человека в зданиях и сооружениях по следующим показателям: 8) уровень вибрации в помещениях жилых и общественных зданий...»

Поэтому, учитывая вредное воздействие вибрации на людей в зданиях от внешнего сейсмического воздействия только от железнодорожного и автотранспорта, в табл. 9 санитарных норм СН 2.2.4/2.1.8.566–96 установлены их допустимые значения в жилых помещениях, палатах больниц, санаториев, но возведенных только в обычных условиях. Однако специалистам хорошо известно, что при землетрясении уровень вибрации в жилых и общественных зданиях намного превышает эти установленные значения. Выполненные расчеты среднеквадратических поэтажных значений виброскоростей конструкций только на первых этажах пятиэтажных зданий по требованиям СП 14.13330.2018 при сейсмических воздействиях в 7, 8, 9 баллов показали: в зданиях с периодом собственного колебания $T=0.2$ с при 7-балльном воздействии вибрация была равна 113 Дб, при 8-балльном воздействии – 119 Дб, при 9-балльном воздействии – 125 Дб [20]. Проанализировав поэтажную реакцию людей в зданиях разного типа до пяти этажей при Газлийском 1984 г. и Кайраккумском 1985 г. землетрясениях и сопоставив их с расчетными значениями виброскоростей в Дб, была найдена их удовлетворительная взаимозависимость [20]. Этот анализ поэтажной реакции людей в зданиях при землетрясении позволил сделать вывод, что положение п. 5.3 в СН 2.2.4/2.1.8.566–96 о влиянии вибрации конструкций зданий при внешних сейсмических воздействиях справедливо и для случая землетрясения [20]. Более того, этот анализ поэтажной реакции людей в зданиях при землетрясениях позволил сопоставить эти реакции с выводами ученых-медиков о показателях потерь здоровья у людей в процентах в зданиях при землетрясениях с интенсивностью 8–9 баллов по причине получения ими психической травмы [21].

Более того, в [21] установлено, что для сохранения здоровья большего числа людей при землетрясении проектировщики в расчетах жилых и общественных зданий должны использовать только максимальный уровень сейсмического воздействия, который может значительно уменьшить опасные для людей уровни вибрации конструкций зданий при

реальном заниженном сейсмическом воздействии. Это, конечно, грубо противоречит главному правилу в вышеизложенных положениях федеральных законов и нормативных документах РФ строительного содержания о том, что массовые жилые и общественные здания должны рассчитываться только на самые минимальные сейсмические воздействия. Таким образом, в [21] определены усредненные потери (%) здоровья людей в зданиях разного конструктивного типа при землетрясениях с разной интенсивностью и длительностью основного участка сейсмического воздействия.

На запрос авторов в Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии им. В.П. Сербского (г. Москва) о вероятной реакции людей при пожаре в зданиях получили ответ за № 01-28/3080 от 10.08. 2018 за подписью зам. генерального директора по научной работе Е.В. Макушкина о том, что «любая чрезвычайная ситуация (в том числе и пожар в помещении с большим скоплением людей) служит этиологическим фактором развития психоэмоциональных нарушений и последующих психогенных расстройств у пострадавших». Другими словами, многие люди в зданиях и при пожаре могут получать психическую травму, которая почему-то тоже не учитывается в Федеральном законе № 123-ФЗ (ред. от 23.06.2014) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Именно поэтому в [21] сделан вывод, что у строительной системы России при опасных природных явлениях главной целью должна быть защита жизни и здоровья людей (не только сами здания). Прошедший на территории СССР (России) всплеск сейсмической активности землетрясений во второй половине XX в. говорит только о сложившейся общей периодичности в проявлении всех эндогенных процессов на Земле (землетрясения, наводнения и т. д.).

Данная закономерность в проявлении всех геодинамических процессов на Земле может потребовать от других служб строительной системы России и Министерства по чрезвычайным ситуациям организовывать свою работу с учетом только такой вероятности их проявления.

Выводы

Для защиты населенных пунктов России от воздействий опасных природных явлений в федеральных законах и нормативных документах РФ строительного содержания необходимо предусмотреть следующие дополнительные новые положения.

1. Населенные пункты России следует считать объектами капитального строительства в федеральных законах и нормативных документах РФ строительного содержания.

2. Для защиты населенных пунктов России от опасных природных воздействий следует массовые жилые и общественные здания признать зданиями с повышенным уровнем ответственности.

3. В федеральных законах и нормативных документах РФ строительного содержания необходимо предусмотреть расчет массовых жилых и общественных зданий на характеристики опасных природных явлений, которые вероятны во время всплеска их максимальной интенсивности на Земле. Массовые жилые и общественные здания следует рассчитывать и на воздействия первых повторных землетрясений (толчков).

4. В федеральных законах и нормативных документах РФ строительного содержания важно предусмотреть положение о том, что люди являются главным объектом защиты в зданиях и сооружениях при опасных природных воздействиях. Поэтому главным положением в документе СП 14.13330.2018 должно быть положение о расчетах ожидаемых потерь здоровья у людей в зависимости от уровня вибрации конструкций массовых жилых и общественных зданий при землетрясении.

Список литературы

1. Масляев А.В. Строительная система России не защищает жизнь и здоровье людей в населенных пунктах при землетрясении // *Жилищное строительство*. 2018. № 9. С. 60–63.
2. Умнякова Н.П., Шубин И.Л. К проблеме пересмотра СП 131.13330 «Строительная климатология» в условиях изменяющегося климата // *Жилищное строительство*. 2021. № 6. С. 3–10. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-6-3-10>
3. Хаин В.Е., Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики. М.: МГУ, 1995. 480 с.
4. Юдахин Ф.Н., Щукин Ю.К., Макаров В.И. Глубинное строение и современные геодинамические процессы в литосфере Восточно-Европейской платформы. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 300 с.
5. Масляев А.В. Населенные пункты России не защищены от воздействия опасных природных явлений // *Жилищное строительство*. 2019. № 5. С. 36–42. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-5-36-42>.
6. Гинзбург А.В., Каган П.Б. САПР организации строительства // *САПР и графика*. 1999. № 9. С. 32–34.
7. Масляев А.В. Авторская парадигма строительной системы России // *Жилищное строительство*. 2020. № 1–2. С. 65–71. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-65-71>
8. Composition of the Building Standard Law of Japan. Tokyo: 1987. 29 p.
5. В санитарных нормах СН 2.2.4/2.1.8.566–96 необходимо предусмотреть предельно допустимые значения логарифмических уровней виброскоростей (L_v) в дБ в конструкциях первых этажей жилых и общественных зданий при землетрясении:
 - при 7-балльном сейсмическом воздействии – $L_v \leq 90$ дБ;
 - при 8-балльном сейсмическом воздействии – $L_v \leq 100$ дБ;
 - при 9-балльном сейсмическом воздействии – $L_v \leq 110$ дБ.
6. В ГОСТ 31937–2011 предусмотреть допустимый уровень федерального индивидуального риска, равный $P_{\text{риск}} = 10^{-8}$ при усредненной повторяемости федеральных землетрясений равной $T = 50$ лет.

References

1. Maslyayev A.V. Construction system of Russia does not protect the life and health view of people in settlements during the earthquake. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 9, pp. 60–63. (In Russian).
2. Umnyakova N.P., Shubin I.L. To the problem of revising SP 131.13330 “Construction climatology” in a changing climate. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2021. No. 6, pp. 3–10. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-6-3-10>
3. Hhain V.E., Lomize M.G. Geotektonika osnovami geodinamiki [Geotektonika with geodynamics bases]. Moscow: MSU. 1995. 480 p.
4. Yudakhin F.N., Shchukin Yu.K., Makarov V.I. Glubinnoe stroenie i sovremennye geodinamicheskie protsessy v litosfere Vostochno-Evropeiskoi platformy [Deep structure and modern geodynamic processes in a lithosphere of the East European platform]. Ekaterinburg: UrO RAN. 2003. 300 p.
5. Maslyayev A.V. Russian settlements are not protected against the impact of natural hazards. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2019. No. 5, pp. 36–42. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-5-36-42>
6. Ginzburg A.V., Kagan P.B. CAD of the construction organization. *SAPR i grafika*. 1999. No. 9, pp. 32–34. (In Russian).
7. Maslyayev A.V. Author's paradigm of the Russia construction system. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 1–2, pp. 65–71. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-65-71>
8. Composition of the Building Standard Law of Japan. Tokyo: 1987. 29 p.
9. Maslyayev A.V. About the safety of mass residential and public buildings in Case of dangerous natural influenc-

9. Масляев А.В. О безопасности массовых жилых и общественных зданий при опасных природных воздействиях // *Жилищное строительство*. 2021. № 1–2. С. 40–49. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-1-2-40-4>
10. Кофф Г.Л., Рюмина Е.В. Сейсмический риск (люди, управление). М.: Полтекс, 2003. 108 с.
11. Скиба А.А., Гинзбург А.В. Анализ риска в инвестиционно-строительном проекте // *Вестник МГСУ*. 2012. № 12. С. 276–281.
12. Гинзбург А.В., Рыжкова А.И. Интенсифицирование развития энергоэффективных технологий с учетом организационно-технологической надежности // *Научное обозрение*. 2014. № 7. С. 276–280.
13. Гинзбург А.В., Рыжкова А.И. Возможности искусственного интеллекта по повышению организационно-технологической надежности строительного производства // *Вестник МГСУ*. 2018. Т. 13. Вып. 1 (112). С. 7–13.
14. Масляев А.В. Необходимость образования региональных научных центров для защиты строительных объектов от воздействия опасных природных явлений // *Жилищное строительство*. 2020. № 4–5. С. 56–63. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-4-5-56-63>
15. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. М.: Наука, 1977. 536 с.
16. Корчинский И.Л., Бородин Л.А., Гроссман Б.А. и др. Сейсмостойкое строительство зданий. М.: Высшая школа, 1971. 320 с.
17. Поляков С.В. Сейсмостойкие конструкции зданий. М.: Высшая школа, 1969. 336 с.
18. Масляев А.В. Строительная система России не признает воздействия повторных землетрясений на строительные объекты // *Американский научный журнал*. 2020. № 38. С. 41–49. DOI: 10.31618/asj.2707-9864.2020.1/38/12
19. Масляев А.В. Расчет зданий и сооружений для сохранения жизни и здоровья людей при землетрясении // *Жилищное строительство*. 2009. № 8. С. 33–35.
20. Масляев В.Н. Воздействие колебаний конструкций зданий при землетрясении на реакцию людей. *Строительство и архитектура. Сер. 14. Строительство в особых условиях. Сейсмостойкое строительство*. М.: ВНИИИС Госстроя СССР, 1987. Вып. 6. С. 18–23.
21. Масляев А.В. Сейсмозащита зданий в населенных пунктах для сохранения жизни и здоровья людей при землетрясении. Волгоград: ВолгГТУ, 2018. 149 с.
- es. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2021. No. 1–2, pp. 40–49. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-1-2-40-49>
10. Koff G.L., Ryumina E.V. Seismicheskiy risk (vidy, otsenka, upravlenie) [Seismic risk (types, assessment, management)]. Moscow: Polteks. 2003. 108 p.
11. Skiba A.A., Ginzburg A.V. Risk analysis in an investment and construction project. *Vestnik MGSU*. 2012. No. 12, pp. 276–281. (In Russian).
12. Ginzburg A.V., Ryzhkova A.I. Intensification of the development of energy efficient technologies, taking into account organizational and technological reliability. *Scientific Review*. 2014. No. 7, pp. 276–280. (In Russian).
13. Ginzburg A.V., Ryzhkova A.I. Possibilities of artificial intelligence to improve the organizational and technological reliability of construction production. *Vestnik MGSU*. 2018. Vol. 13. Iss. 1 (112), pp. 7–13. (In Russian).
14. Maslyayev A.V. Need to establish regional research centers to protect construction objects from the effects of natural hazards. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 4–5, pp. 56–63. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-4-5-56-63>
15. Novyy katalog sil'nykh zemletryasenyi na territorii SSSR s drevneyshikh vremen do 1975 g. [New catalog of strong earthquakes on the territory of the USSR from ancient times to 1975]. Moscow: Nauka. 1977. 536 p.
16. Korchinsky I.L., Borodin L.A., Grossman B.A. and others. Seysmostoykoye stroitel'stvo zdaniy [Earthquake – resistant construction of buildings]. Moscow: Vyshaya shkola. 1971. 320 p.
17. Polyakov S.V. Seysmostoykiye konstruksii zdaniy [Earthquake-resistant structures of buildings]. Moscow: Vyshaya shkola. 1969. 336 p.
18. Maslyayev A.V. Russian construction system does not recognize the impact of repeated earthquakes on construction sites. *American Scientific Journal*. 2020. No. 38, pp. 41–49. (In Russian). DOI: 10.31618/asj.2707-9864.2020.1 / 38/12
19. Maslyayev A.V. Account of buildings and structures for preserving of life and health of the people an earthquake. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2009. No. 8, pp. 33–35. (In Russian).
20. Maslyayev V.N. Impact of vibrations of structures of buildings during an earthquake on the reaction of people. *Construction and architecture. Series 14. Construction in special conditions. Earthquake resistant construction*. Moscow: VNIIS Gostroy USSR. 1987. IS-SUE 6, pp. 18–23. (In Russian).
21. Maslyayev A.V. Seismozashchita zdanii v naselennykh punktakh dlya sokhraneniya zhizni i zdorov'ya lyudei pri zemletryaseni [Seismic protection of buildings in settlements to preserve the life and health of people during an earthquake]. Volgograd: VolgSTU. 2018. 149 p.

УДК 332.85.001.18

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-12-45-50>

И.И. АКУЛОВА, д-р экон. наук (akulovaii@yandex.ru),
К.И. ГОНЧАРОВ, магистр,
К.В. ХАБАРОВ, магистр

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

Методический подход к оценке значимости факторов при прогнозировании развития экономических систем (на примере рынка жилья)

Рассматривается проблема оценки степени значимости факторов в рамках задачи прогнозирования развития экономических систем различного уровня. Рекомендуемый методический подход предполагает комбинирование квалиметрических, аналитических и эвристических методов. Алгоритм расчета базируется на методе экспертных оценок и включает два основных этапа: определение значимости полученных в результате систематизации групп факторов, формирующих факторное пространство решаемой проблемы; оценка значимости факторов в границах каждой группы. Основным критерием значимости фактора является общий коэффициент весомости, рассчитанный как произведение коэффициента весомости самого фактора и группы факторов, в которую он вошел. Предлагаемый подход позволяет осуществить ранжирование всех составивших перечень факторов без акцента на их природе и принадлежности к определенной группе. Показано, что для задачи прогнозирования динамики развития регионального рынка жилья наиболее значимыми факторами являются доступность жилья для населения и потенциал производственной базы строительства. Обсуждаемый методический подход может быть применен для решения различных исследовательских задач и для различных экономических систем. В качестве основного недостатка отмечена высокая степень субъективности ввиду применения метода экспертных оценок.

Ключевые слова: система факторов, степень значимости, коэффициент весомости, рынок жилья.

Для цитирования: Акулова И.И., Гончаров К.И., Хабаров К.В. Методический подход к оценке значимости факторов при прогнозировании развития экономических систем (на примере рынка жилья) // *Жилищное строительство*. 2021. № 12. С. 45–50. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-12-45-50>

I.I. AKULOVA, Doctor of Sciences (Economy) (akulovaii@yandex.ru),
K.I. GONCHAROV, Postgraduate Student (w4nnaflly@gmail.com)
K.V. KHABAROV, Postgraduate Student (kostikkwow@gmail.com)

Voronezh State Technical University (84, 20-letiya Oktyabrya Street, 394006, Voronezh, Russian Federation)

Methodological Approach to Assessing the Significance of Factors when Forecasting the Development of Economic Systems (on the Example of the Housing Market)

The problem of assessing the degree of significance of factors within the framework of the task of forecasting the development of economic systems at various levels is considered. The recommended methodological approach involves a combination of qualimetric, analytical and heuristic methods. The calculation algorithm is based on the method of expert assessments and includes two main stages: determining the significance of the groups of factors obtained as a result of systematization that form the factor space of the problem being solved; assessing the significance of factors within the boundaries of each group. The main criterion for the significance of a factor is the overall weighting coefficient, calculated as the product of the weighting coefficient of the factor itself and the group of factors into which it entered. The proposed approach makes it possible to rank all the factors that have compiled the list without focusing on their nature and belonging to a certain group. It is shown that for the task of forecasting the dynamics of the development of the regional housing market, the most significant factors are the housing affordability for the population and the potential of the production base of construction. The discussed methodological approach can be applied to solve various research problems and for various economic systems. The main drawback is a high degree of subjectivity due to the use of the method of expert assessments.

Keywords: factor system, degree of significance, weighting factor, housing market.

For citation: Akulova I.I., Goncharov K.I., Khabarov K.V. Methodical approach to assessing the significance of factors when forecasting of economic systems development (on the example of the housing market. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2021. No. 12, pp. 45–50. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-12-45-50>

Постановка проблемы

Одним из ключевых этапов алгоритма прогнозирования развития экономических систем различного уровня, основанного на комплексном, системном и диалектическом подходах, является выделение и оценка значимости факторов, обуславливающих поведение системы в перспективе [1–4].

На параметры активной экосистемы рынка жилья, а именно на спрос, предложение и цену, оказывает влияние большое количество одновременно и неоднозначно действующих факторов различной природы. Для задачи прогнозирования динамики развития регионального рынка жилой недвижимости, по нашему мнению, может быть использована совокупность факторов, представленная пятью основными группами – социально-экономических, демографических, административно-управленческих, природно-географических и производственно-технических факторов [5–10]. В общей сложности систематизированный таким образом перечень содержит более двадцати факторов первого, второго и даже третьего порядка. Отметим, что факторы первого порядка оказывают непосредственное влияние на состояние рынка жилья, а факторы второго и третьего порядка – косвенное. Очевидно, что сила воздействия каждого фактора на параметры рынка неодинакова. При этом перечень содержит факторы, которыми в силу их незначительного по сравнению с другими факторами влияния можно пренебречь [11, 12]. В этой связи целью настоящего исследования явилась разработка методического подхода к оценке значимости факторов при прогнозировании динамики развития регионального рынка жилья.

Методика исследования

Предлагаемый методический подход опирается на принципы квалиметрии и реализуется в расчете

коэффициентов весомости, учитывающих, помимо значимости самого фактора, также значимость группы факторов, в которую он входит [13, 14]. Алгоритм расчета базируется на методе экспертных оценок, осуществляемых в два этапа.

На первом этапе перед экспертами ставится задача оценить значимость выделенных групп факторов, формирующих факторное пространство решаемой проблемы. При этом задается шкала, по которой самой значимой группе выставляется наивысший балл, численно соответствующий количеству выделенных групп факторов, а наименее значимой – 1 балл.

На втором этапе эксперты оценивают значимость факторов в рамках каждой группы по шкале с максимальным значением баллов, равным количеству факторов в конкретной группе.

Обработка полученной от экспертов информации и расчет коэффициентов весомости осуществляется по следующей схеме [15].

Для j -й группы факторов ее коэффициент весомости рассчитывается по формуле:

$$M_j = M'_j / \sum M'_j, \quad (1)$$

где M_j – коэффициент весомости j -й группы факторов; M'_j – средний коэффициент весомости j -й группы факторов, который определяется отношением суммы балльных оценок экспертов (M_{jr}) к количеству экспертов, принимавших участие в опросе (r):

$$M'_j = \sum M_{jr} / r, \quad (2)$$

где $\sum M'_j$ – общая сумма средних коэффициентов весомости.

Аналогично внутри каждой группы определяются промежуточные коэффициенты весомости входящих в нее факторов.

Таблица 1
Table 1

Результаты оценки значимости групп факторов, обуславливающих значение параметров развития рынка жилья
Results of the assessment of the significance of groups of factors that determine the value of the parameters of housing market development

Группа факторов	Значение балльной оценки по экспертам							Средний коэффициент весомости M'_j	Общая сумма коэффициентов весомости $\sum M'_j$	Коэффициент весомости M_j
	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4	Эксперт 5	Эксперт 6	Эксперт 7			
Социально-экономическая	5	5	5	4	5	4	5	3,3	10,5	0,32
Демографическая	2	4	1	2	3	5	2	1,9		0,18
Административно-управленческая	1	3	3	5	1	2	3	1,8		0,17
Природно-географическая	3	1	2	1	4	1	1	1,3		0,12
Производственно-техническая	4	2	4	3	2	3	4	2,2		0,21

В завершение оцениваются общие коэффициенты весомости факторов (M_{ij}^{Φ}), для чего используется формула:

$$M_{ij}^{\Phi} = M_j \cdot M_{ij}, \quad (3)$$

где M_{ij} – промежуточный коэффициент весомости i -го фактора, входящего в j -ю группу.

Следует указать, что сумма рассчитанных коэффициентов весомости групп, равно как и коэффициентов весомости факторов, должна равняться единице, т. е.:

$$\sum_{j=1}^n M_j = 1, \quad (4)$$

где n – количество групп в выделенной совокупности факторов;

$$\sum_{i=1}^m M_{ij} = 1, \quad (5)$$

где m – количество факторов в j -й группе;

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij}^{\Phi} = 1. \quad (6)$$

Особо необходимо подчеркнуть, что рассмотренный методический подход может быть реализован только для систем с примерно одинаковым количеством факторов в факторных группах. Кроме того, следует избегать включения в перечень сильно коррелирующих факторов [14].

Результаты и их обсуждение

На практике предложенный методический подход применялся для расчета коэффициентов весомости факторов, обуславливающих динамику развития регионального рынка жилой недвижимости. При этом выделенные в процессе систематизации группы факторов содержали либо четыре, либо пять элементов.

Работа с экспертами осуществлялась в индивидуальном порядке путем анкетирования. По результатам обработки экспертных данных в качестве наиболее значимой признана группа социально-экономических факторов (табл. 1). На второй позиции с коэффициентом весомости 0,21 находится группа производственно-технических факторов, а на последнем месте – природно-географических. Группы демографических и административно-управленческих факторов, по мнению экспертов, характеризуются примерно равной значимостью в процедуре

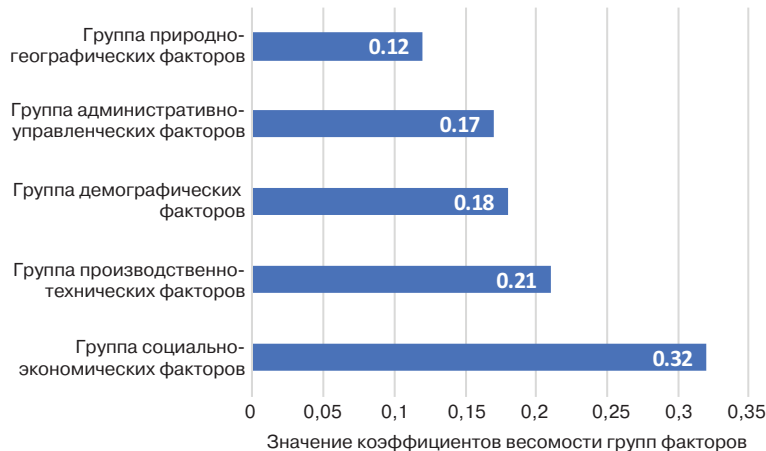


Рис. 1. Расчетные коэффициенты весомости групп факторов, обуславливающих динамику развития регионального рынка жилья

Fig. 1. Estimated weighting coefficients of the groups of factors that determine the dynamics of the regional housing market development



Рис. 2. Промежуточный ТОП-5 факторов, определяющих ситуацию на региональном рынке жилой недвижимости

Fig. 2. Intermediate TOP-5 factors determining the situation on the regional residential real estate market

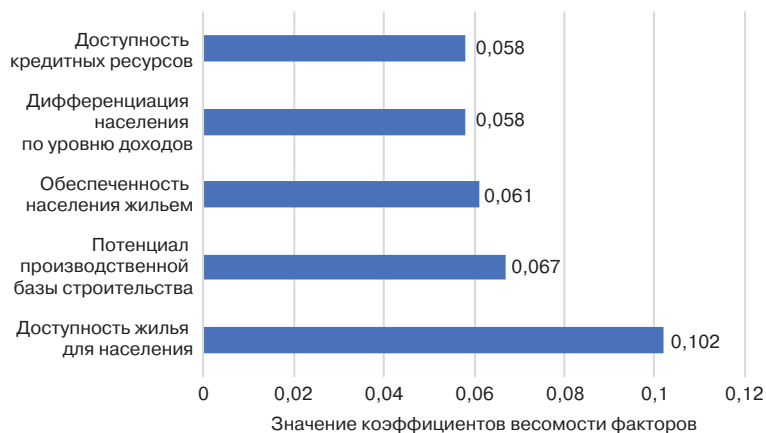


Рис. 3. ТОП-5 факторов, выделенных по максимальным значениям общих коэффициентов их весомости в системе факторов

Fig. 3. TOP-5 factors, selected by the maximum values of the total coefficients of their weight in the system of factors

прогнозирования развития регионального рынка жилья с коэффициентами весомости 0,18 и 0,17 соответственно (рис. 1).

При последующем расчете промежуточных коэффициентов весомости в ТОП-5, наиболее важных при прогнозировании динамики развития рынка жилой недвижимости, вошли факторы, отражающие темпы реализации государственных программ и проектов в жилищной сфере, уровень доступности жилья населению, потенциал производственной базы строи-

тельства, наличие территорий под жилую застройку и численность населения (рис. 2). Заметим, что каждый из пяти обозначенных факторов имеет наивысший коэффициент весомости в «своей» группе, что, однако, не характеризует их истинную значимость по отношению к факторам других групп. Для устранения этого недостатка, согласно рассмотренной выше методике (формула 3), осуществлялся пересчет коэффициентов весомости факторов с учетом значимости соответствующих групп. Таким образом, были полу-

Таблица 2
Table 2

Результаты расчета коэффициентов весомости факторов, определяющих состояние и развитие регионального рынка жилья
Results of the calculation of the weighting coefficients of the factors determining the state and development of the regional housing market

Фактор	Промежуточный коэффициент весомости фактора M_{ij}	Общий коэффициент весомости фактора с учетом значимости группы M_{ij}^{Φ}
Группа социально-экономических факторов		
Дифференциация населения по уровню доходов	0,18	0,058
Доступность кредитных ресурсов	0,18	0,058
Доступность жилья для населения	0,32	0,102
Уровень затрат на строительство	0,13	0,042
Обеспеченность населения жильем	0,19	0,061
Группа демографических факторов		
Численность населения региона	0,28	0,05
Размещение населения на территории региона	0,21	0,038
Возрастная структура населения	0,17	0,031
Средний состав семьи	0,2	0,036
Интенсивность миграции населения	0,14	0,025
Группа административно-управленческих факторов		
Система предоставления разрешений на проектирование и строительство	0,19	0,032
Правовые условия совершения сделок по купле-продаже жилья	0,21	0,036
Налоговая политика	0,27	0,046
Темпы реализации государственных программ и проектов в жилищной сфере	0,33	0,057
Группа природно-географических факторов		
Климатические условия региона	0,26	0,031
Сезонность	0,23	0,028
Потенциал природных ресурсов, используемых в строительной отрасли	0,2	0,024
Наличие территорий под жилую застройку	0,31	0,037
Группа производственно-технических факторов		
Мощность строительных организаций	0,27	0,057
Потенциал производственной базы строительства	0,32	0,067
Тип применяемых архитектурно-строительных систем жилых зданий	0,19	0,039
Долговечность жилых зданий	0,1	0,021
Доля ветхого и аварийного жилья	0,12	0,025

чены общие коэффициенты весомости, представленные в табл. 2.

Именно эти коэффициенты отражают значимость каждого фактора в системе в целом, а не только в группе. Однако, как видно из таблицы, имеются одинаковые значения коэффициентов, что в соответствии с принципами квалиметрии считается недопустимым. В этом случае рекомендуется провести дополнительный анализ для окончательного определения ранга факторов, например на основе метода попарного сравнения [16].

С учетом полученных значений общих коэффициентов весомости в ТОП-5 факторов, обуславливающих динамику развития рынка жилья, вошли следующие: доступность жилья для населения, потенциал производственной базы строительства, обеспеченность населения жильем, дифференциация населения по уровню доходов, доступность кредитных ресурсов (рис. 3). Укажем, что четыре из обозначенных факторов входят в группу социально-экономических факторов, причем у двух последних даже одинаковые коэффициенты весомости – 0,058. Коэффициент немногим меньше – 0,057 имеют фактор мощности строительных организаций и фактор, отражающий темпы реализации государственных программ и проектов в жилищной сфере, который, в свою очередь, входил в предыдущий ТОП-5 (рис. 2). Факторы доступности жилья и потенциала производственной базы строительства также состояли в списке пяти «главных» факторов, сформированном на основе промежуточных коэффициентов весомости, что свидетельствует об их существенной значимости при прогнозировании динамики развития регионального рынка жилой недвижимости. Это факторы соответственно социально-экономической и производственно-технической групп.

Список литературы

1. Стерник Г.М., Стерник С.Г. Методология прогнозирования российского рынка недвижимости // *Механизация строительства*. 2013. № 8. С. 53–63.
2. Акулова И.И. Прогнозирование динамики и структуры жилищного строительства в регионе. Воронеж: ВГАСУ, 2007. 132 с.
3. Айгумов Т.Г. Моделирование процессов жилищного строительства как социально значимой сферы // *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2021. Т. 9. № 3 (34). С. 6–7. DOI: 10.26102/2310-6018/2021.34.3.028
4. Мамченко О.П., Исаева О.В., Половникова Е.С., Сverdlov M.Yu. Эконометрические методы исследования рынка недвижимости // *Управление экономическими системами: Электронный научный журнал*. 2019. № 5 (123). С. 10.

Заслуживает внимания то обстоятельство, что в группе социально-экономических факторов, содержащей пять элементов, при более низком среднем коэффициенте весомости каждого фактора, чем в группах, включающих четыре позиции (напомним, что сумма весовых коэффициентов факторов в группе равняется единице), весомость подавляющего большинства факторов существенно выше в сравнении с другими за счет максимальной значимости самой группы.

Предлагаемый методический подход позволяет осуществить ранжирование всех факторов, вошедших в перечень, без акцента на их принадлежность к определенной группе. При ранжировании от фактора с максимальным значением общего коэффициента весомости к минимальному в верхней части ряда окажутся факторы, которые в обязательном порядке должны быть задействованы в процедуре прогнозирования развития рынка жилья вне зависимости от существа избранного метода прогнозирования.

Заключение

Рассмотренный на примере рынка жилья методический подход к оценке значимости факторов может быть применен для решения различных исследовательских задач и для различных экономических систем. Он позволяет определить наиболее важные факторы, влияющие на поведение экосистем, на основе расчета общих коэффициентов весомости вне зависимости от природы факторов и их принадлежности к какой-либо группе. В качестве основного недостатка обсуждаемого подхода, опирающегося на метод экспертных оценок, необходимо указать высокий уровень субъективности, который, впрочем, характерен для всех эвристических методов.

References

1. Sternik G.M., Sternik S.G. Forecasting methodology of the Russian real estate market. *Mekhanizatsiya stroitel'stva*. 2013. No. 8, pp. 53–63 (In Russian).
2. Akulova I.I. Prognozirovanie dinamiki i struktury zhilishchnogo stroitel'stva v regione: monografiya [Forecasting the dynamics and structure of housing construction in the region: monograph]. Voronezh: VGASU. 2007. 132 p.
3. Aigumov T.G. Modeling the processes of housing construction as a socially important sphere. *Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii*. 2021. Vol. 9. No. 3 (34), pp. 6–7. DOI: 10.26102/2310-6018/2021.34.3.028 (In Russian).
4. Mamchenko O.P., Isaeva O.V., Polovnikova E.S., Sverdlov M.Yu. Econometric methods of research of the real estate market. *Upravlenie ekonomicheski-*

5. Оборин М.С. Особенности развития рынка жилищного строительства // *Экономика строительства и природопользования*. 2021. № 1 (78). С. 12–20. DOI: 10.37279/2519-4453-2021-1-12-20
6. Геворгян Г. Факторы спроса и предложения на рынке недвижимости // *Colloquium-journal*. 2019. № 6–10 (30). С. 7–10.
7. Сироткин В.А., Романова А.Э., Скорин А.В. Фактор демографии в ценообразовании первичного рынка жилой недвижимости // *Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура*. 2020. № 1 (12). С. 98–107.
8. Тарасов Н.С., Сайфутдинов М.А. Факторы, определяющие величину спроса на локальном рынке недвижимости // *Научный электронный журнал «Меридиан»*. 2021. № 5 (58). С. 267–269.
9. Хабаров К.В. Анализ ситуации на рынке жилой недвижимости Воронежской области // *Инновации, технологии и бизнес*. 2020. № 2 (8). С. 59–65.
10. Акулова И.И. Исследование и учет потребительских предпочтений на рынке жилой недвижимости как основа формирования эффективной градостроительной политики // *Жилищное строительство*. 2017. № 4. С. 3–6.
11. Кудакеева С.А., Ильин М.Ю. Стратегический анализ факторов внешней и внутренней среды организации строительной отрасли // *Научный журнал*. 2020. № 4 (49). С. 42–47.
12. Положенцева Ю.С., Пахомов К.Е. Анализ ключевых показателей развития рынка жилья регионов // *Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования*. 2021. № 4 (54). С. 103–112.
13. Азгальдов Г.Г., Костин А.В., Привень А.И., Смирнов В.В. Квалиметрия в измерении конкурентоспособности // *Большой консалтинг*. 2014. № 2. С. 22–25.
14. Азгальдов Г.Г., Беляков В.А., Рассада Л.В. Квалиметрия в социально-экономической проблематике. Ижевск: МАДИ. 2011. 162 с.
15. Акулова И.И., Славчева Г.С. Оценка конкурентоспособности строительных материалов и изделий: обоснование и апробация методики на примере цемента // *Жилищное строительство*. 2017. № 7. С. 9–12.
16. Аскарлов Е.С. Выбор весовых коэффициентов при оценке качества продукции или услуги // *Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева*. 2018. № 4 (107). С. 76–83.
17. *mi sistemami: elektronnyi nauchnyi zhurnal*. 2019. No. 5 (123), pp. 10. (In Russian).
18. Oborin M.S. Peculiarities of the development of the housing market. *Ekonomika stroitel'stva i prirodopol'zovaniya*. 2021. No. 1 (78), pp. 12–20. DOI: 10.37279/2519-4453-2021-1-12-20 (In Russian)
19. Gevorgyan G. Supply and demand factors in the real estate market. *Colloquium-journal*. 2019. No. 6–10 (30), pp. 7–10.
20. Sirotkin V.A., Romanova A.E., Skorin A.V. The demographics factor in the pricing of the primary residential real estate market. *Zhilishchnoe khozyaistvo i kommunal'naya infrastruktura*. 2020. No. 1 (12), pp. 98–107. (In Russian).
21. Tarasov N.S., Saifutdinov M.A. Factors determining the value of demand on the local real estate market. *Nauchnyi elektronnyi zhurnal Meridian*. 2021. No. 5 (58), pp. 267–269. (In Russian).
22. Khabarov K.V. Analysis of the situation on the residential real estate market of Voronezh region. *Innovatsii, tekhnologii i biznes*. 2020. No. 2 (8), pp. 59–65. (In Russian).
23. Akulova I.I. Research and consideration of consumer preferences in the residential real estate market as the basis for the formation of effective urban policy. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo [Housing Construction]* 2017. No. 4, pp. 3–6. (In Russian).
24. Kudakaeva S.A., Il'in M.Yu. Strategic analysis of external and internal environment factors of the construction industry organization. *Nauchnyi zhurnal*. 2020. No. 4 (49), pp. 42–47. (In Russian).
25. Polozhentseva Yu.S., Pakhomov K.E. Analysis of key indicators of the development of the regional housing market. *Innovatsionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya*. 2021. No. 4 (54), pp. 103–112. (In Russian).
26. Azgal'dov G.G., Kostin A.V., Priven' A.I., Smirnov V.V. Qualimetry in the measurement of competitiveness. *Bol'shoi konsalting*. 2014. No. 2, pp. 22–25. (In Russian)
27. Azgal'dov G.G., Belyakov V.A., Rassada L.V. Kvalimetriya v sotsial'no-ekonomicheskoi problematike [Qualimetry in socio-economic issues]. Izhevsk: MADI. 2011. 162 p.
28. Akulova I.I., Slavcheva G.S. Assessment of competitiveness of building materials and products: rationale and approbation of methods on the example of cement. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo [Housing Construction]*. 2017. No. 7, pp. 9–12. (In Russian).
29. Askarov E.S. Selection of weighting coefficients when assessing the quality of a product or service. *Vestnik Kazakhskoi akademii transporta i kommunikatsii im. M. Tynyshpaeva*. 2018. No. 4 (107), pp. 76–83.



РОССИЙСКАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ НЕДЕЛЯ

1-4.03.2022

Россия, Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»



Международная
специализированная
выставка RosBuild 2022

Салон «Малозэтажное
домостроение»

VII Всероссийское
совещание по развитию
жилищного строительства

Форум «Строим будущее
России вместе»



12+
Реклама



www.rosbuild-expo.ru

При поддержке



МИНИСТР
РОССИИ



РОССИЯ
РОССТРОЙ
РОССИИ



Под патронатом



Организатор

 ЭКСПОЦЕНТР

Объединяя опыт по всему миру



НАШИ РЕШЕНИЯ, ВАШ УСПЕХ

24 – 27 мая 2022

Крокус Экспо, Москва



Главная выставка строительной
техники и технологий в России

www.bauma-ctt.ru

bauma CTT **RUSSIA**