



ISSN 0044-4472

1-2'2020

ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

научно-технический и производственный журнал

www.rifsm.ruwww.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»®



X Международная научно-практическая конференция
«**InterConPan-2020: инновации для индустриального домостроения**»

InterConPan-2020

International Conference of Large-panel Construction

19-21 мая 2020 г. / May 19-21, 2020

Москва / Moscow

Место проведения: Конгресс-центр Торгово-промышленной палаты РФ

(Москва, ул. Ильинка, 6/1, стр. 1)

Генеральный спонсор:



Постоянный спонсор:

PROGRESS GROUP

Постоянный партнер:

ALLBAU
software

Партнер:

KNAUF
Немецкий стандарт

ПРОГРАММА:

- 19 мая** Пленарное заседание
Секции: «Архитектура крупнопанельных зданий»;
«Инновационная технология предприятий
индустриального домостроения»
- 20 мая** Выездная сессия
ЗАО "198 КЖИ" (АО ХК "ГВСУ "Центр"),
г. Можайск
- 21 мая** Выездная сессия
Ростокинский завод ЖБК (ООО "Первый ДСК")
г. Москва

www.interconpan.ru

ИнтерСтройЭкспо

Международная выставка
строительных и отделочных
материалов

14|15|16
АПРЕЛЯ
2020

Санкт-Петербург
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

Одновременно состоится
международные выставки:



Организатор — компания MVK
Офис в Санкт-Петербурге

+7 (812) 380 60 14
interstroyexpo@mvk.ru

Получите бесплатный
электронный билет на сайте
interstroyexpo.com,
используя промокод **ise-cm**

12+

Учредитель журнала
АО «ЦНИИЭП жилища»

Ежемесячный научно-технический
и производственный журнал

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

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

Главный редактор

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

Редакционный совет:

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

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

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

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)

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

ТЕР-МАРТИРОСЯН А.З.,
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.**

ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Издается с 1958 г.

1-2'2020

Технология и организация строительного производства

М.Г. ДОБРОСОЦКИХ, К.В. МАКАРЫЧЕВ

Влияние дискретного характера нескладируемых ресурсов на корректировку
графика реализации строительных проектов 3

О.Н. ДЬЯЧКОВА, Ю.И. ТИЛИНИН, В.А. РАТУШИН

Рациональное применение домостроительных технологий 11

И.Л. АБРАМОВ

Инновации в строительном производстве как фактор устойчивого состояния
строительного предприятия 16

Тепловая защита зданий

О.Д. САМАРИН, К.И. ЛУШИН

Оценка влияния изменения климата на энергопотребление систем
обеспечения микроклимата зданий 21

Градостроительство и архитектура

Н.С. СОКОЛОВ

Одна из распространенных ошибок при строительстве объектов
в стесненных условиях 25

М.А. СЛЕПНЕВ, Н.В. БАКАЕВА

Проектное функциональное зонирование рекреационных территорий 31

Сохранение архитектурного наследия

П.Н. УМНЯКОВ

Конструктивное решение для сохранения икон на деревянной основе
в храмах Древней Руси 39

Подземное строительство

А.В. КОННОВ

Исследование напряженно-деформированного состояния конструкций здания
с защитными мероприятиями в зоне влияния глубокого котлована 44

Результаты научных исследований

К.А. ЛЫТКИН

Костяное жилище древнейшего человека 51

BIM в строительстве

А.Б. МОХАММЕД

Интеграция технологий информационного моделирования зданий (BIM)
и виртуальной реальности для повышения эффективности эксплуатации
объектов строительства 56

Сейсмостойкое строительство

А.В. МАСЛЯЕВ

Авторская парадигма строительной системы России 65

Founder of the journal

AO «TSNIEP zhilishcha»

Monthly scientific-technical
and industrial journal

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)*

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

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

VAVRENJUK 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)*

SUBBOTIN O.,
Doctor of Architecture (Krasnodar)

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

The authors

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

The Editorial Staff

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

Reprinting

and reproduction of articles, promotional
and 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

1-2'2020

Technology and Organization of Construction Production

M.G. DOBROSOTSKIKH, K.V. MAKARYCHEV
Influence of the Discrete Nature of Non-Stackable Resources on the Adjustment
of the Construction Projects Implementation Schedule 3

O.N. DIACHKOVA, Yu.I. TILININ, V.A. RATUSHIN
Rational Application of House-Building Technologies 11

I.L. ABRAMOV
Innovations in the Construction Industry as a Factor of Stable State
of a Construction Enterprise. 16

Heat protection of buildings

O.D. SAMARIN, K.I. LUSHIN
Assessment of the Impact of Climate Change on the Energy Efficiency
of Climate Control Systems of Buildings 21

Town planning and architecture

N.S. SOKOLOV
One of the Common Mistakes when Building Objects in Cluttered Urban Environment 25

M.A. SLEPNEV, N.V. BAKAEVA
Project Functional Zoning of Recreational Territories 31

Preservation of architectural heritage

P.N. UMNYAKOV
A Constructive Solution for Preserving Icons on a Wooden Base
in the Temples of Ancient Russia 39

Underground construction

A.V. KONNOV
Study of Structures Stress-Strain State of a Building with Protective Measures
in the Zone of Deep Excavation Impact. 44

Results of scientific research

K.A. LYTKIN
Bone Dwelling of the Oldest Man 51

BIM in construction

A.B. MOHAMMED
Integration between BIM and Virtual Reality for Enhancing the Building
and Occupants During the Operational Phase 56

Anti-seismic construction

A.V. MASLYAEV
Author's Paradigm of the Russian Construction System 65

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

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

Email: mail@rifsm.ru

http://www.rifsm.ru

УДК 624

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-3-10>

М.Г. ДОБРОСОЦКИХ, магистр (dobrmax@yandex.ru), К.В. МАКАРЫЧЕВ, магистр
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» (394006, г. Воронеж, ул. 20 лет Октября, 84)

Влияние дискретного характера нескладируемых ресурсов на корректировку графика реализации строительных проектов

Проведен анализ существующих методов календарного планирования строительного производства. Определено, что на практике оптимальную реализацию проекта осложняют внешние стохастические воздействия, вследствие чего необходима динамическая корректировка хода реализации проекта. Показано, что только при слабом влиянии дискретного характера потребляемых ресурсов на темп работ по проекту параметры догоняющего графика определяются динамикой усредненных по времени объемов, темпов и ускорений работ. В противоположном пределе скорости и ускорения работ испытывают скачки в моменты изменения количества используемых ресурсов. В этом случае скорость работ определяется профилем использования доминирующих дискретных нескладируемых ресурсов. Динамика объемов работ в отличие от их скоростей демонстрирует слабую чувствительность как к дискретному характеру ресурсов, так и к внешним стохастическим воздействиям и не может служить основой динамической корректировки графика. Показано, что усреднение по времени приводит к потере информации об этих особенностях динамики строительства. Получен алгоритм формирования догоняющего графика работ, базирующийся на результатах мониторинга темпа работ и усреднении лишь по периодам постоянного состава числа дискретных ресурсов. Разработаны как эмпирический метод разделения стохастических и детерминированных воздействий на ход реализации проекта, так и метод, основанный на качественном различии спектров Фурье стохастических и детерминированных функций. Проанализированы пределы применимости эмпирического и точного методов. Показано, что Фурье-анализ результатов мониторинга позволяет полностью восстановить детерминированную информацию даже на фоне совпадающего с ней по интенсивности стохастического сигнала. Показано, что предложенный алгоритм дает возможность сформулировать параметры догоняющего графика работ, позволяющего избежать финансовые и имиджевые потери, связанные с несвоевременным окончанием проекта или его основных частей.

Ключевые слова: строительное производство, календарный план, оптимизация, дискретный нескладируемый ресурс, догоняющий график работ, Фурье-анализ, мониторинг.

Для цитирования: Добросоцких М.Г., Макарычев К.В. Влияние дискретного характера нескладируемых ресурсов на корректировку графика реализации строительных проектов // *Жилищное строительство*. 2020. № 1–2. С. 3–10. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-3-10>

M.G. DOBROSOTSKIKH, Magister (dobrmax@yandex.ru), K.V. MAKARYCHEV, Magister
Voronezh State Technical University (84, 20 let Oktyabrya Street, Voronezh, 394006, Russian Federation)

Influence of the Discrete Nature of Non-Stackable Resources on the Adjustment of the Construction Projects Implementation Schedule

The analysis of existing methods of calendar planning of construction production is carried out. It is determined that in practice, the optimal implementation of the project is complicated by external stochastic influences, which necessitates dynamic adjustment of the project implementation process. It is shown that only when the discrete nature of resources consumed has a weak influence on the pace of work on the project, the parameters of the catch-up schedule are determined by the dynamics of the time-averaged volumes, rates, and accelerations of work. In the opposite limit, speeds and accelerations of work experience a jump at the moment of changing the number of used resources. In this case, the speed of work is determined by the usage profile of the dominant discrete non-stackable resources. The dynamics of work volumes, in contrast to their speeds, demonstrates a weak sensitivity, both to the discrete nature of resources and to external stochastic influences, and can not serve as a basis for dynamic adjustment of the schedule. It is shown that time averaging leads to loss of information about these features of construction dynamics. An algorithm for forming a catch-up work schedule is obtained based on the results of monitoring the work rate and averaging only the number of discrete resources over periods of constant composition. Both an empirical method for separating stochastic and deterministic effects on the course of project implementation, and a method based on the qualitative difference between the Fourier spectra of stochastic and deterministic functions have been developed. The limits of applicability of empirical and exact methods are analyzed. It is shown that the Fourier analysis of the monitoring results makes it possible to completely restore the deterministic information even against the background of a stochastic signal that coincides with it in intensity. It is shown that the proposed algorithm makes it possible to formulate the parameters of the catch-up work schedule, which allows avoiding financial and image losses associated with the untimely completion of the project or its main parts.

Keywords: construction production, calendar plan, optimization, discrete non-stackable resource, catch-up work schedule, Fourier analysis, monitoring.

For citation: Dobrosotskikh M.G., Makarychev K.V. Influence of the discrete nature of non-stackable resources on the adjustment of the construction projects implementation schedule. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 1–2, pp. 3–10. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-3-10>

Поточный метод календарного планирования (ПМП) хода реализации строительных проектов обладает рядом преимуществ по сравнению с другими методами планирования, что и предопределило его широкое применение в отечественной [1] и мировой [2] практике реализации строительных проектов.

Основными достоинствами ПМП являются равномерность потребления ресурсов и ритмичность выпуска готовой продукции; возможность эффективной кооперации со смежниками (субподрядными строительными организациями, предприятиями стройиндустрии, транспортными предприятиями и др.). Однако область практического применения ПМП значительно лимитируется редко достижимой на практике необходимостью организации равномерных или кратноритмичных составляющих потоков [3]. Кроме того, область практического использования поточных методов планирования ограничивается также и динамическим изменением объектов строительства и возникающими в этой связи противоречиями между специализацией трудовых ресурсов и постоянным изменением в соотношении объемов различного вида работ [4]. И не в последнюю очередь практическая применимость ПМП ограничивается также неустойчивостью поточных процессов по отношению к внешним стохастическим воздействиям [5, 6].

Кроме внешних ПМП имеет также и внутренние ограничения, определяющие итерационный характер учета ресурсных ограничений. В такой постановке на первом этапе ресурсы считаются неограниченными. На начальном этапе календарного планирования по критерию длительности реализации проекта в соответствии с проектной документацией проводится расчет необходимых ресурсов. Далее выполняется корректировка КП как по срокам выполнения работ, так и по объемам привлеченных на каждом этапе ресурсов. При этом, как указано в [2], вследствие большой номенклатуры учитываемых ресурсов корректировка по этому критерию представляет собой чрезвычайно сложную задачу. Поэтому в реальном проектировании ограничиваются решением задач с минимальным набором основных или критических ресурсов. Корректировка по отдельным ресурсам проводится последовательно в порядке уменьшения важности и дефицитности ресурса. При заданных ресурсных ограничениях скорость сходимости итерационной процедуры может быть недостаточной для практических применений. Последовательный подход приводит к тому, что при выявлении невозможности соблюдения баланса ресурсов на любой стадии планирования приходится возвращаться к предыдущим шагам итерации [2].

Эти и другие недостатки ПМП стимулировали поиск альтернативных методов календарного пла-

нирования [7]. Новые перспективы совершенствования календарного планирования появились в связи с внедрением вычислительной техники и открывшейся в связи с этим возможностью применения методов исследования операций (линейное и динамическое программирование, многокритериальная оптимизация, теория игр и др.). Применение этих методов позволило сформулировать и реализовать на ЭВМ простой алгоритм описания календарного плана реализации проекта, получивший в дальнейшем название метода критического пути (Critical Path Method, CPM) [8]. Развитие этого подхода позволило создать метод анализа и оценки календарных планов, основанный на оптимизации логической схемы процесса (Program (Project) Evaluation and Review Technique – PERT) [9]. Учет стохастических внешних воздействий и неопределенности и неоднозначности динамики системы выполнен методом анализа и графической оценки (Graphical Evaluation and Review Technique – GERT) [10]. Однако все эти методы не позволяют получить оптимальный план. Кроме того, они неустойчивы по отношению к стохастическим внешним воздействиям.

Несмотря на серьезные недостатки, присущие классическим методам календарного планирования, они нашли широкое применение в мировой практике. Так, например, в США календарный план имеет юридическую силу и лишь на его основе осуществляется взаимодействие заказчика и подрядчика. Вследствие этого календарному планированию уделяется значительное внимание. Календарное планирование осуществляет отдельный специалист (scheduler), непосредственно подчиненный руководителю проекта. Кроме того, в США календарный план имеет намного более подробный характер, чем в отечественной практике, что определяет повсеместное внедрение вычислительной техники как на этапе составления плана, так и на всех этапах его реализации [11]. Однако применяемые при этом методы лишь описывают и оценивают КП и не позволяют не только решить, но и поставить задачу оптимизации проекта [12]. В отечественной практике вычислительная техника при решении задач календарного планирования обычно используется лишь для визуализации решений, полученных эмпирическими методами в рамках стандартных программных пакетов [13].

На практике оптимальную реализацию календарного плана осложняют стохастические внешние воздействия (природно-климатические, связанные с поломкой оборудования, человеческим фактором и др.), что приводит к необходимости динамической корректировки хода реализации проекта и формирования оптимального догоняющего плана, поскольку по соотношению затраты/эффект корректировка ме-

тодов реализации проекта имеет преимущество по сравнению с технико-технологическими и экономическими мерами. Вследствие этого в современных рыночных условиях задача разработки алгоритмов динамической корректировки календарного плана приобретает особую важность. В [14] показана важность выявления негативных тенденций, возникающих в процессе реализации проекта, на ранних этапах их развития. Эффективный мониторинг хода реализации проекта требует анализа в режиме реального времени не только соотношения плановых и фактических объемов в физическом или ценовом выражении. Формирование технически и экономически эффективного догоняющего графика работ требует также анализа соотношения плановых и реальных скоростей и ускорения работ по проекту. Только такой полный анализ хода реализации проекта необходим для своевременного определения технико-технологических, организационных и экономических мер реализации догоняющего графика работ, позволяющего минимизировать дополнительные затраты и оптимизировать актуализированный календарный план. Используемый в [14] алгоритм основывается на сглаживании результатов динамического мониторинга. Реализация алгоритма возможна только при медленном изменении скорости реализации проекта на интервалах между точками мониторинга. Однако если скорость работ определяется небольшим числом нескладируемых ресурсов, это требование не выполняется. Практически такая ситуация реализуется, например, в ходе реализации проекта с использованием высокопроизводительных (относительно общего объема соответствующих работ по проекту) машин и механизмов. В этом случае дискретный характер ресурсов качественно меняет как процесс планирования [15], так и ход реализации плана. Так, например, если темп строительства (или его этапа) в основном определяется производительностью одного вида нескладируемого ресурса (персонала, машины, оборудования и т. п.), то изменение между точками мониторинга числа используемых ресурсов от n до $n+m$ приведет к изменению скорости реализации проекта в $n+m/n=1+m/n$ раз. При близких по модулю значениях n и m скачкообразное изменение окажется весьма значительным и предположение о плавной зависимости скорости от времени неверным даже и при высокой степени детализации проектирования и мониторинга. Вследствие этого результат расчета скоростей и ускорения окажется невозможным, а усреднение по времени приведет к потере информации.

Дискретный характер нескладируемых ресурсов (НР) и связанная с ним скачкообразность используемых мощностей делают невозможным стандартное определение скорости как производной работы по

времени. Если определить среднюю скорость реализации проекта в момент Δt_i в промежутке от $t_i - \Delta t/2$ до $t_i + \Delta t/2$ как:

$$u(t_i) = \frac{\Delta R(t_i)}{\Delta t}, \quad (1)$$

то при сглаживании результатов мониторинга исходная дискретная информация будет утеряна и прогнозирование хода работ окажется невозможным. В формуле (1) продолжительность периода Δt_i определяется степенью детализации проектирования и мониторинга; $\Delta R(t_i)$ есть приращение выполненных работ за промежуток Δt_i .

При доминировании дискретных нескладируемых ресурсов (НР) темп реализации проекта определяется влиянием двух классов стохастических факторов.

1. Гладкие изменения в процессе строительства мощности доминирующего класса нескладируемых ресурсов. Так, например, состояние здоровья и работоспособность персонала могут испытывать колебания в течение периода мониторинга, также возможны перерывы в работе строительных машин и механизмов, связанные с поломкой оборудования или прекращением подачи энергии.

2. Во-вторых, резко зависящее от времени стохастическое воздействие на процесс строительства (резкое изменение температуры или количества и вида осадков, неоднородность складываемых ресурсов и т. п.).

Методы учета факторов этих двух классов различны. Влияние медленно меняющихся по времени факторов должно динамически рассчитываться по результатам мониторинга хода строительства и учитываться при актуализации прогноза. Влияние факторов, резко зависящих от времени, должно усредняться по промежуткам мониторинга, а при выходе за рамки этого промежутка учитываться в мощности соответствующего ресурса. Целью настоящей работы является формулирование алгоритма динамической корректировки графика работ, выполняющихся с использованием дискретных нескладируемых ресурсов в условиях стохастических воздействий обоих типов.

Рассмотрим на конкретном примере алгоритм определения нестохастических характеристик графика производства и прогнозирования на этой основе хода работ. Пусть зависимость скорости работ от времени задается графиком на рис. 1.

На графике наглядно видны периоды трех типов.

1. Практически постоянной (с точностью до стохастических изменений) скорости реализации проекта – в среднем продолжительностью 10 периодов мониторинга.

2. Резкого, значительно превышающего случайные флуктуации изменения скорости, связанные с

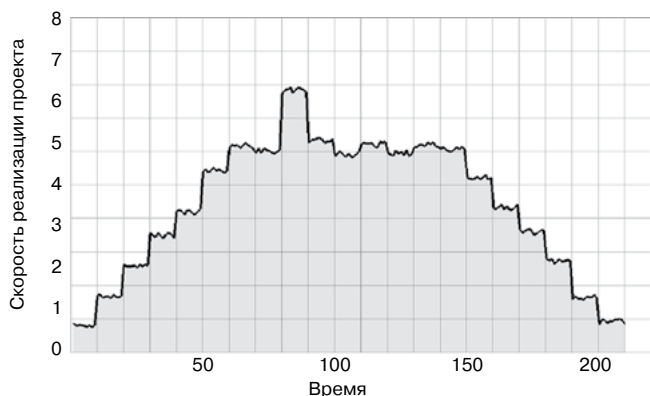


Рис. 1. Зависимость скорости реализации проекта от времени для 210 промежутков мониторинга

Fig 1. Dependence of the speed of project implementation on time for 210 periods of monitoring

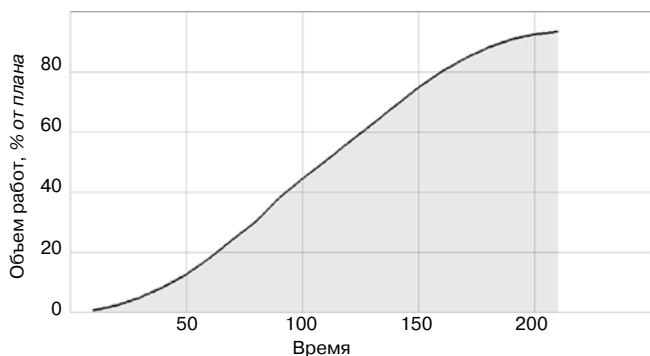


Рис. 2. Зависимость объема выполненных работ от времени (в % от полного объема работ по проекту) с шагом Δt по оси абсцисс

Fig 2. Dependence of the amount of work performed on time (in % of the total amount of work on the project) with a step along the abscissa axis

изменением количества используемых нескладируемых ресурсов.

3. Периоды (например, между точками мониторинга с номерами, лежащими в интервале от 100 до 150 и точками в интервале), в которых флуктуации по модулю близки к детерминированному изменению скоростей.

При этом как флуктуации, так и изменения мощностей ресурсов практически не сказываются на зависимости от времени общего количества выполненных работ $R(t_i)$, определяемого равенством:

$$R(t_i) = \sum_{j=1}^i u(t_j) \cdot \Delta t = R(t_{i-1}) + u(t_i) \cdot \Delta t, \quad (2)$$

при начальном значении $R(t_0)=0$. Наглядно объем выполненных работ $R(t_i)$ равен площади под кривой на рис. 1. На рис. 2 изображена зависимость $R(t_i)$ за плановое время реализации проекта, где наглядно видно отставание работ от календарного плана к моменту планового завершения работ, связанное с несоответствием мощностей НР по сравнению с паспортными значениями.

По обеим осям переменные принимают дискретные значения и график является ступенчатым. При

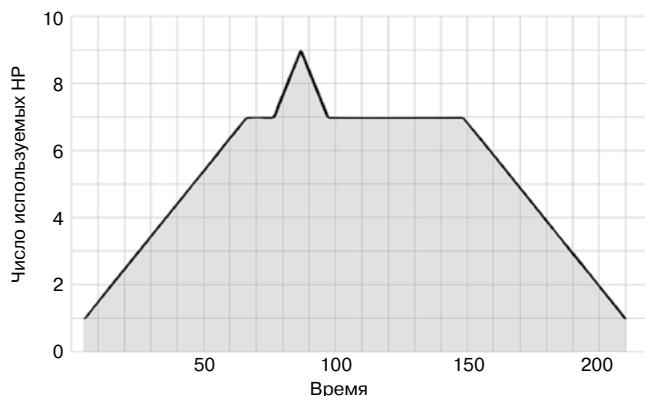


Рис. 3. План использования доминирующего нескладируемого ресурса в ходе реализации проекта

Fig 3. Plan for using the dominant non-stackable resource in the course of the project implementation

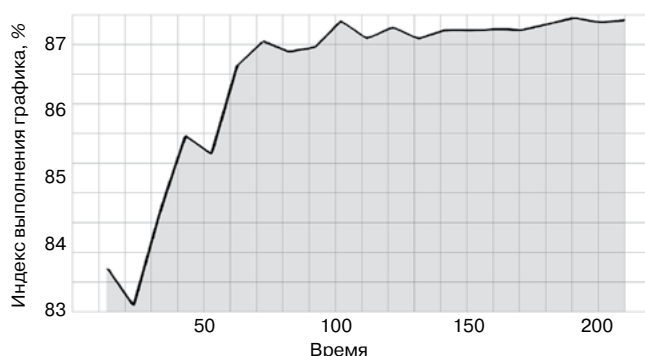


Рис. 4. Зависимость индекса выполнения календарного плана от времени

Fig 4. Dependence of the implementation index of the calendar schedule on time

этом в реальном масштабе ступенчатый характер зависимости $R(t_i)$ не сказывается на виде графика.

Плановая мощность всех НР зависит от их распределения во времени $K_k(t_i)$ и мощности отдельного ресурса p_k , где индекс нумерует виды используемых ресурсов (персонал, обладающий соответствующими компетенциями; машины или оборудование). Задаче распределения $K_k(t_i)$ определяет ресурсную составляющую календарного плана. В случае, если ресурс одного вида, например основное оборудование, определяет ход реализации проекта, распределение $K_k(t_i)$ определяет и плановую скорость $\tilde{u}(t_i)$. Именно этот случай и будет рассматриваться далее. Профиль этого распределения, соответствующий рассматриваемому строительному проекту, графически представлен на рис. 3.

Календарный план выполненных работ $\tilde{R}(t_i)$ определяется формулой (2) с заменой реальной скорости работ на плановую: $u(t_i) \rightarrow \tilde{u}(t_i)$.

Зависимость индекса выполнения графика от времени изображена на рис. 4.

Наглядно видно постоянное отставание от графика, связанное с уменьшением мощности НР по сравнению с проектными значениями на начальном этапе

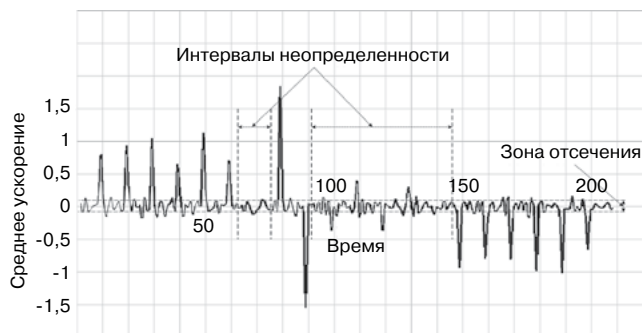


Рис. 5. Зависимость среднего ускорения $a(t)$ реализации проекта от времени. Наглядно видны anomalно большие значения $a(t)$ в моменты изменения состава используемых НР. Зона отсеечения шириной $2a_{max}$ соответствует флуктуациям скорости
Fig 5. Dependence of the average acceleration $a(t)$ of the project implementation on time. Abnormally large values $a(t)$ are clearly visible when the composition of the HP used changes. The width of the cut-off zone $2a_{max}$ corresponds to speed fluctuations

строительства. На заключительном этапе отставание стабилизировалось, однако полностью ликвидировать отставание не удалось.

Как видно из рис. 2 и 4, индекс выполнения намного более чувствителен к дискретному характеру использования НР, чем объем выполненных работ. Скачки на рис. 4 определяются изменением количества используемого ресурса и его производительности. Результаты мониторинга скорости исполнения проекта позволяют определить количество j_{max} и полный набор моментов времени T_j , в которые происходит изменение состава используемых НР. Поскольку в точках T_j происходит резкое изменение мощности используемых ресурсов, то среднее ускорение:

$$a(t_j) = \frac{\Delta u(t_j)}{\Delta t}, \quad j = 1, 2, \dots, j_{max} \quad (3)$$

принимает anomalно большие значения. Этот факт отражен на рис. 5.

Анализ зависимости среднего ускорения от времени свидетельствует о наличии интервалов неопределенности, в которых имеются экстремумы среднего ускорения, механизм образования которых не может быть однозначно определен: они могут описывать как флуктуации скорости, так и детерминированные процессы (рис. 5). В рамках используемой модели флуктуации не могут быть однозначно отделены от детерминированных процессов. Разделение может быть выполнено качественно путем введения верхней границы модуля ускорения a_{max} для стохастических процессов [16]. Результат отделения вклада флуктуационных процессов в среднее ускорение приведен на рис. 6.

Результат усреднения скорости в каждом интервале нулевого значения $\tilde{a}(t)$ приведен на рис. 7.

Сравнение рис. 1 и 7 показывает, что в интервалах неопределенности мониторинг не позволяет

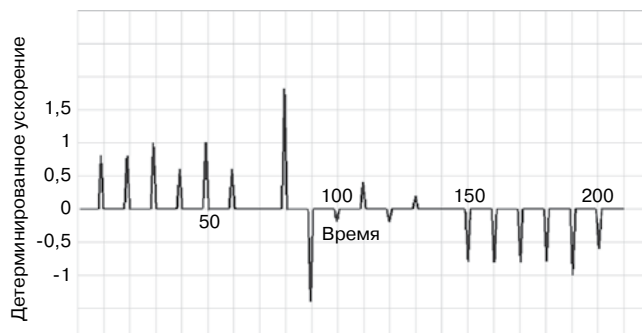


Рис. 6. Зависимость среднего ускорения $\tilde{a}(t)$, определяемого детерминированными процессами, от времени при значении параметра отсеечения $a_{max}=0,2$

Fig 6. Dependence of the average $\tilde{a}(t)$ acceleration determined by deterministic processes on time at the value of the cutoff parameter $a_{max}=0.2$

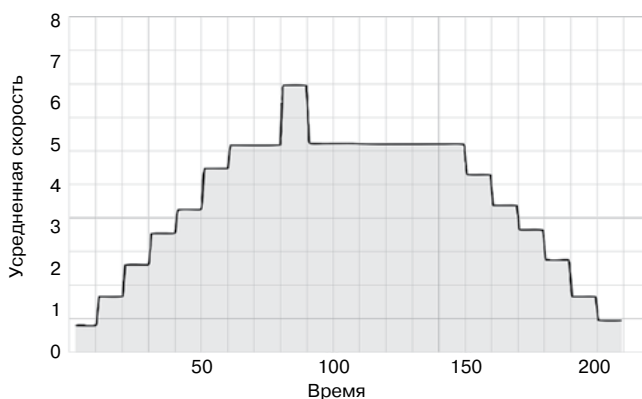


Рис. 7. Зависимость усредненной скорости от времени
Fig 7. Dependence of the averaged speed on time

с достаточной надежностью выделить влияние стохастических воздействий на процесс реализации проекта. Этот факт накладывает ограничения на точность прогноза сроков окончания строительства. Уточнение прогноза возможно за счет использования альтернативного способа отделения гладкого тренда от стохастических изменений, основанного на глобальном анализе эмпирического массива. Принцип разделения исследуемой зависимости на детерминированную и стохастическую части базируется на разложении исследуемой функции в ряд Фурье [17]:

$$u(t) = \sum_{m=1}^{\infty} b_m \sin(\pi m t) + \sum_{m=0}^{\infty} c_m \cos(\pi m t). \quad (4)$$

Анализ скорости сходимости разложения (4) позволяет решить задачу выделения стохастической компоненты информации. Этот алгоритм основан на качественно различном поведении разложения Фурье динамической и стохастической функции [18]. Он позволяет не только оценить, но и выделить детерминированную часть эмпирических данных. Различные модификации этого алгоритма широко используются

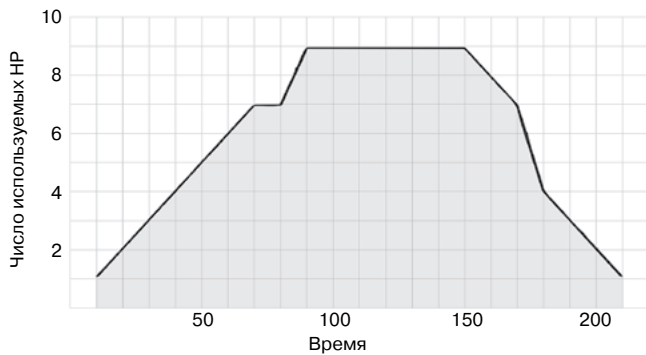


Рис. 8. Профиль использования нескладируемого ресурса в ходе реализации догоняющего графика

Fig 8. Usage profile of a non-stackable resource in the course of the implementation of a catch-up schedule

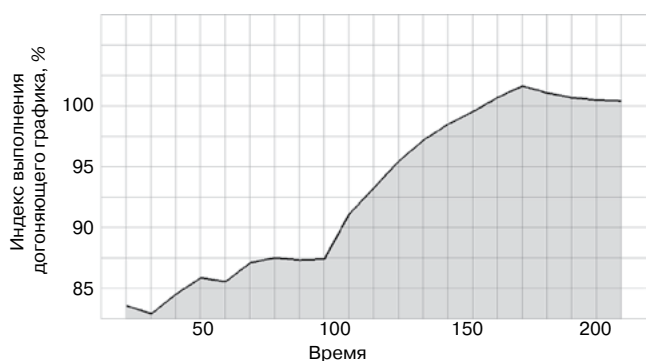


Рис. 9. Результат введения догоняющего графика в первой половине планового срока. Наглядно видно, что увеличение срока использования НР без изменения их планового объема позволяет закончить строительство в плановый срок даже при наличии ресурсов ненормативной мощности

Fig 9. The result of introducing a catch-up schedule in the first half of the planned period. It is clearly seen that increasing the period of used HP without changing their planned volume makes it possible to complete the construction in the planned period, even if there are resources of non-standard capacity

во многих областях науки и техники [19]. При наличии достаточной эмпирической информации он позволяет выделять детерминированную часть информации даже на фоне совпадающей с ней по порядку величины стохастической компоненты [20]. В результате использования данного алгоритма можно полностью восстановить детерминированную информацию и своевременно скорректировать ресурсный профиль. Результат реализации догоняющего графика изображен на рис. 9.

Выводы

Динамическая корректировка графика реализации строительных проектов обладает высокой эффективностью по соотношению затраты/эффект. Такая корректировка должна основываться на мониторинге работ в физическом или стоимостном выражении. При наличии внешних стохастических воздействий необходимо усреднение результатов мониторинга по времени. Только своевременное

определение параметров догоняющего графика работ дает возможность минимизировать дополнительные затраты и оптимизировать актуализированный календарный план.

Если дискретный характер потребляемых ресурсов слабо сказывается на темпе работ по проекту, то параметры догоняющего графика определяются динамикой усредненных по времени объемов, темпов и ускорений работ. При этом зависимость от времени всех этих параметров описывается гладкими функциями. В противоположность этому, если скорость работ определяется динамикой нескладируемых ресурсов, то она испытывает скачки в моменты изменения количества используемых ресурсов, что вызывает резкое изменение производных в эти моменты времени. Динамика объемов работ по проекту демонстрирует слабую чувствительность как к дискретному характеру ресурсов, так и к внешним стохастическим воздействиям. Кроме того, полное усреднение по времени приводит к потере информации об этих особенностях динамики строительства.

На темп реализации проекта оказывают влияние два вида стохастических факторов, приводящих к изменению скорости строительства. Влияние факторов, быстро изменяющихся во времени, должно усредняться по промежуткам мониторинга. В противоположность этому вклад медленно меняющихся факторов должен актуализироваться по результатам мониторинга хода строительства и учитываться при построении прогноза. Вследствие этих особенностей алгоритм формирования догоняющего графика работ не может базироваться на полном усреднении результатов мониторинга по времени, а должен базироваться на анализе объемов и ускорении хода выполнения проекта. Предложенный в данной работе алгоритм базируется на результатах мониторинга темпа работ и усреднении лишь по периодам постоянного состава числа дискретных ресурсов.

Внешние стохастические воздействия приводят к возникновению периодов как резкого изменения темпа, связанных с изменением количества используемых ресурсов, так и периодов, в которых модули флуктуации имеют тот же порядок, что и детерминированное изменение скоростей. Метод разделения стохастических и детерминированных воздействий основан на анализе средних (за время между точками мониторинга) ускорений. Алгоритм выделения детерминированной компоненты может основываться как на эмпирическом правиле зоны отсечения, так и на качественном различии спектра Фурье стохастических и детерминированных функций. В первом подходе теряется часть исходной информации. Фурье-анализ результатов мониторинга позволяет

полностью восстановить детерминированную информацию даже на фоне совпадающего с ней по интенсивности стохастического сигнала. В любом случае предложенный алгоритм дает возможность сформу-

лировать параметры догоняющего графика работ, позволяющего избежать финансовых и имиджевых потерь, связанных с несвоевременным окончанием проекта или его основных частей.

Список литературы

1. Дикман Л.Г. Организация строительного производства. М.: АСВ, 2006. 607 с.
2. Levy Sidney M. Project management in construction. McGraw-Hill, New York–Chicago–San Francisco, 2007. 409 p.
3. Васильев В.М. Управление в строительстве. М.: АСВ, 2001. 477 с.
4. Киевский Л.В. Комплексность и поток. М.: Стройиздат, 1987. 419 с.
5. Афанасьев А.В. Неритмичные потоки с непрерывным выполнением одноранговых работ. В сб.: *Совершенствование организации и управления строительством*. Л.: ЛИСИ, 1982. С. 13–22.
6. Гусаков А.А. Организационно-технологическая надежность строительства. М.: SVR-Аргус, 1994. 122 с.
7. Larichev O., Sternin M. Knowledge-based approach for solving the multicriteria assignment problem. Linster M. (Ed.). Sisyphus 92. Models of problem solving. Arbeitspapiere der GMD 630. March 1992.
8. Krüger, Wilfried (2006): Excellence in Change – Wege zur strategischen Erneuerung, 3. Auflage, Wiesbaden: Gabler Verlag, pp. 212–213.
9. Project Management Institute (2013). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (5th ed.). Project Management Institute.
10. MacCrimmon K.R., Ryavec C.A. An Analytical Study of the PERT Assumption, Opt. Res. V. 12, No. 1, 1964, pp. 16–38.
11. Дикман Л.Г., Дикман Д.Л. Организация строительства в США. М.: АСВ, 2004. 608 с.
12. Ларичев О.И., Павлова Л.И., Осипова Е.А. Многокритериальные задачи с конструируемыми вариантами решений при ограниченных ресурсах. *Проблемы и методы принятия уникальных и повторяющихся решений*. М.: ВНИИСИ, 1990. № 10. С. 66–74.
13. Уськов В.В. Компьютерные технологии в подготовке и управлении строительством объектов. Вологда: Инфра-Инженерия, 2011. 320 с.
14. Мищенко В.Я., Добросотских М.Г., Елена Эл Эрсбурн. Оптимизация календарного плана строительного производства путем перераспределения нескладируемых ресурсов // *Недвижимость: Экономика и управление*. 2019. № 1. С. 83–87.

References

1. Dikman L.G. Organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva [Organization of construction production]. Moscow: ASV, 2006. 607 p.
2. Levy Sidney M. Project management in construction. New York – Chicago – San Francisco: McGraw-Hill, 2007. 409 p.
3. Vasil'ev V.M. Upravlenie v stroitel'stve [Construction management]. Moscow: ASV, 2001. 477 с.
4. Kievskii L.V. Kompleksnost' i potok [Complexity and flow]. Moscow: Stroyizdat, 1987. 419 с.
5. Afanas'ev A.V. Non-rhythmic flows with continuous peer-to-peer operations. *Sovershenstvovanie organizatsii i upravleniya stroitel'stvom*. Leningrad: LISI. 1982, pp. 13–22.
6. Gusakov A.A. Organizatsionno-tekhnologicheskaya nadezhnost' stroitel'stva [Organizational and technological reliability of construction]. Moscow: SVR-Argus, 1994.
7. Larichev O., Sternin M. Knowledge-based approach for solving the multicriteria assignment problem. Linster M. (Ed.). Sisyphus 92. Models of problem solving. Arbeitspapiere der GMD 630. March 1992.
8. Krüger, Wilfried (2006): Excellence in Change – Wege zur strategischen Erneuerung, 3. Auflage, Wiesbaden: Gabler Verlag, pp. 212–213.
9. Project Management Institute (2013). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (5th ed.). Project Management Institute.
10. MacCrimmon K.R., Ryavec C.A. An Analytical Study of the PERT Assumption, Opt. Res. V. 12, No. 1, 1964, pp. 16–38.
11. Dikman L.G., Dikman D.L., Organizatsiya stroitel'stva v SShA [Organization of construction in USA]. Moscow: ASV, 2004, 608 p.
12. Larichev O.I., Pavlova L.I., Osipova E.A. Multi-criteria problems with constructed solutions with limited resources. *Problemy i metody prinyatiya unikal'nykh i povtoryayushchikhsya reshenii*. Moscow: VNIISI, 1990. No. 10, pp. 66–74.
13. Us'kov V.V. Komp'yuternye tekhnologii v podgotovke i upravlenii stroitel'stvom ob'ektov [Computer technology in the preparation and management of construction projects]. Vologda: Infra-Inzheneriya, 2011. 320 s.
14. Mishchenko V.Ya., Dobrosotskikh M.G., Elena El Ersburn. Optimization of the Construction Operation Scheduling Through Redeployment of Nonstockable

15. Мищенко В.Я., Добросотских М.Г. NP-разрешимая задача календарного планирования строительства, реконструкции и ремонта объектов // *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. 2016. № 6 (366). С. 13–20.
16. Smith L.P. *Mathematical Methods for Scientists and Engineers*. New York, Prentice Hall Inc. Englewood Cliff. 2003. 477 p.
17. Anders V. *Fourier Analysis and Its Applications*. Series: Graduate Texts in Mathematics, Vol. 223. 2003 Springer-Verlag, New York, Inc. (2003), 272 p.
18. Schoenberg I.J., *Some Analytical Aspects of the Problem of Smoothing*. Courant Anniversary Volume. Interscience Publishers. New York, 1998.
19. Preobrazhenskii M., Rudakov O., Popova M., Tran Hai Dang. Isolation of determined component of empirical dependences of physico-chemical properties of binary solutions on the composition // *Journal of Science and Technology, Natural science – engineering – technology*. 2017, Vol. 169, No. 09, pp. 89–92
20. Pierre Brémaud. *Fourier Analysis and Stochastic Processes* // Springer International Publishing AG. 2014. 385 p.
- Resources. *Nedvizhimost': Ekonomika i upravlenie*. 2019. No. 1, pp. 83–87. (In Russian).
15. Mishchenko V.Ya., Dobrosotских M.G. NP solvable task of scheduling of construction, reconstruction and repair of objects. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti*. 2016. No. 6 (366), pp. 13–20. (In Russian).
16. Smith L.P. *Mathematical Methods for Scientists and Engineers*. New York, Prentice Hall Inc. Englewood Cliff. 2003. 477 p.
17. Anders V. *Fourier Analysis and Its Applications*. Series: Graduate Texts in Mathematics, Vol. 223. 2003 Springer-Verlag, New York, Inc. (2003), 272 p.
18. Schoenberg I.J., *Some Analytical Aspects of the Problem of Smoothing*. Courant Anniversary Volume. Interscience Publishers. New York, 1998.
19. Preobrazhenskii M., Rudakov O., Popova M., Tran Hai Dang. Isolation of determined component of empirical dependences of physicochemical properties of binary solutions on the composition. *Journal of Science and Technology, Natural science – engineering – technology*. 2017, Vol. 169, No. 09, pp. 89–92.
20. Pierre Brémaud. *Fourier Analysis and Stochastic Processes*. Springer International Publishing AG. 2014. 385 p.



Механика грунтов.

Мангушев Р.А. Сахаров И.И.

Под ред. чл.-корр. РААСН, д-ра техн. наук, профессора Мангушева Р.А.
Москва: АСВ, 2020. 294 с

ISBN 978-5-4323-0338-7

Учебник соответствует государственному образовательному стандарту дисциплины «Механика грунтов» по направлению «Строительство» по квалификации «Бакалавр строительства» (код 08.03.010) и образовательному стандарту программы специалитета «Строительство уникальных зданий и сооружений» (код 08.05.010) и рекомендован Российской академией архитектуры и строительства (РААСН).

В учебнике даны сведения о физических и механических свойствах грунтов, в том числе структурно-неустойчивых, приведены основные законы механики грунтов и их приложения к расчету напряженно-деформированного состояния оснований. Рассмотрены, рекомендуемые современными техническими нормами и используемые при проектировании, основные методы определения осадок фундаментов, устойчивости откосов и подпорных стен. Приведены общие положения по расчетам грунтовых оснований и подземных конструкций с использованием численных методов, в частности методом конечных элементов (МКЭ).

Совместно с ранее выпущенным в 2019 г. в том же издательстве и теми же авторами учебником «Основания и фундаменты», он составил двухтомное учебное издание для изучения соответствующих курсов студентами строительных специальностей.

УДК 624.05

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-11-15>

О.Н. ДЬЯЧКОВА, канд. техн. наук, Ю.И. ТИЛИНИН, канд. техн. наук (tilsp@inbox.ru),
В.А. РАТУШИН, студент

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

Рациональное применение домостроительных технологий

Строительные технологии имеют особенности, которые в зависимости от места и задач строительства выступают как преимущества или как недостатки архитектурно-строительной системы. Экономическая борьба строительных фирм на рынке жилищного строительства может приводить к нерациональному применению домостроительных технологий при решении городских архитектурно-строительных задач. Это послужило причиной комплексной оценки рациональности применения домостроительных технологий в различных условиях городского строительства. Авторами рассматривается проблема не столько со стороны интересов застройщика и подрядчика, сколько со стороны городских архитектурно-строительных задач и интересов потребителя строительной продукции. При проведении исследования вначале решалась задача выбора критериев сравнения домостроительных технологий, затем оценивались по выбранным критериям технологии современных архитектурно-строительных систем. Для количественной оценки сравниваемых домостроительных технологий применен метод экспертной оценки. По результатам исследования сделан вывод о рациональной области применения основных домостроительных технологий. Монолитная домостроительная технология обладает большей универсальностью, потому что применима в условиях исторического центра, особенно в сочетании с монолитными технологиями освоения подземного пространства, такими как стена в грунте, буронабивные сваи, «top-down» метод. В то же время для социального жилья на новых территориях рационально применять, особенно в условиях массового строительства, технологию сборного крупнопанельного домостроения. Кроме того, в статье рассмотрены условия рационального применения традиционной кладочной и сборно-монолитной домостроительной технологии.

Ключевые слова: домостроительная технология, рациональное применение, критерий сравнения, экспертная оценка, монолитное домостроение, сборное домостроение, сборно-монолитное домостроение, кирпичное домостроение.

Для цитирования: Дьячкова О.Н., Тилинин Ю.И., Ратушин В.А. Рациональное применение домостроительных технологий // Жилищное строительство. 2020. № 1–2. С. 11–15. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-11-15>

O.N. DIACHKOVA, Candidate of Sciences (Engineering),
Yu.I. TILININ, Candidate of Sciences (Engineering), (tilsp@inbox.ru), V.A. RATUSHIN, Student
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering
(4, Vtoraya Krasnoarmeiskaya Street, Saint Petersburg, 190005, Russian Federation)

Rational Application of House-Building Technologies

Construction technologies have features that, depending on the location and tasks of construction, act as advantages or disadvantages of the architectural and construction system. The economic struggle of construction companies at the housing construction market can lead to irrational use of house-building technologies when solving urban architectural and construction problems. This was the reason for a comprehensive assessment of the rationality of the use of house-building technologies in various conditions of urban construction. The authors consider the problem is not so much from the interests of the developer and the contractor, but the city's architectural-construction tasks and interests of consumers of construction products. When conducting the study, the task of selecting criteria for comparing house-building technologies was first solved, then the technologies of modern architectural and construction systems were evaluated according to the selected criteria. The method of expert evaluation is used for quantitative evaluation of the compared house-building technologies. According to the results of the study, a conclusion is made about the rational application field of the main house-building technologies. Monolithic house-building technology has more versatility, because it is applicable in the conditions of the historical center, especially in combination with monolithic technologies for the development of underground space, such as a wall in the ground, bored piles, and the «top-down» method. At the same time, for social housing in new territories, it is rational to use, especially in conditions of mass construction, the technology of prefabricated large-panel housing construction. In addition, the article considers the conditions for the rational use of traditional masonry and prefabricated monolithic house-building technology.

Keywords: house-building technology, rational application, comparison criterion expert assessment, monolithic housing construction, precast housing construction, precast-monolithic housing construction, brick housing construction.

For citation: Diachkova O.N., Tilinin Yu.I., Ratushin V.A. Rational application of house-building technologies. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 1–2, pp. 11–15. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-11-15>

Область применения домостроительных технологий в условиях городского строительства имеет свои предпосылки, связанные в первую очередь с задачами городского строительства, местом строительства, характеризуемым сложившейся застройкой, наличием инженерного обеспечения, геологическими условиями. Большое значение имеет для применения домостроительных технологий при массовом строительстве наличие необходимых производственных мощностей строительного комплекса [1].

В жилищном строительстве Санкт-Петербурга наиболее частое применение имеют следующие домостроительные технологии: традиционная кладочная, крупнопанельная, монолитная и сборно-монолитная технология. Исследование технологий кирпичных доходных домов исторического центра Санкт-Петербурга выявило прочностные особенности традиционной кладочной технологии за счет характера совместной работы материала стен [2]. Кирпичные стены многих объектов культурного наследия сохраняют эксплуатационные свойства прочностного и эстетического характера уже более 150 лет. Современные кладочные технологии развиваются на многолетнем технологическом опыте кирпичной кладки с учетом новых кладочных материалов из пористых бетонов и пустотных керамических камней [3]. Традиционная кладочная технология применяется для строительства наружных и внутренних стен и перегородок зданий, выполненных из кирпича и мелких блоков, а также в зданиях с монолитным железобетонным остовом [4, 5]. Развитие и совершенствование строительных кранов способствовали скорейшему внедрению в практику жилищного строительства домостроительных систем, состоящих из крупных сборных железобетонных панелей заводского изготовления [6].

Строительство крупнопанельных зданий ведется методом монтажа сборных железобетонных элементов: крупных стеновых панелей, санитарных, вентиляционных и лифтовых объемных блоков, лестничных маршей, площадок, плит перекрытия и покрытия, изготовленных на домостроительных комбинатах. Технология масштабно развивалась в период с 1950 по 1980 г. и способствовала в период индустриализации решению жилищной проблемы. В этот период внедрялся поточный метод строительства на основе типизации, унификации, индустриализации и концентрации строительного производства [7].

Внедрение технологии сборного домостроения уменьшило зависимость строительства объектов от климатических и погодных условий по сравнению с каменными и бетонными работами, повысило производительность труда и эффективность использования основных производственных мощностей в связи с точной организацией строительства. Крупнопанель-

ная домостроительная система на 20–25% дешевле каркасной и монолитной строительных систем [8].

В процессе модернизации домостроительных комбинатов керамзитобетонные наружные стеновые панели заменены новыми трехслойными, состоящими из наружного и внутреннего бетонных слоев, заключающих в середине панели теплоизоляционный слой, при этом применяются петлевые узлы соединения панелей [9].

С появлением на строительном рынке импортной крупнощитовой опалубки с палубой из влагостойкой фанеры, закрепленной на металлическом каркасе, в 1990-е гг. набирает темп монолитное домостроение [10]. При монолитной технологии возведения зданий все рабочие операции выполняются на строительном объекте с использованием механизированного способа подачи бетонной смеси в опалубку. Одним из преимуществ монолитного домостроения на слабых и намывных грунтах в Санкт-Петербурге является выгодное комбинирование монолитных технологий освоения подземного пространства с монолитными технологиями строительства надземной части монолитных зданий [11–13].

Новым направлением развития технологии массового жилищного строительства является сочетание сборных конструкций с монолитными участками. Одной из таких технологий является сборно-монолитная строительная система КУБ, представляющая собой сочетание сборных железобетонных колонн размером сечения 400×400 мм, плит перекрытия толщиной 160 мм и монолитных участков, соединяющих в целостную конструкцию сборные элементы здания.

Еще до 1970 г. в ЦНИИЭП жилища были разработаны конструкции безбалочного перекрытия, не имеющие капители. В дальнейшем были разработаны модифицированные варианты систем сборно-монолитного безригельного каркаса КУБ-2,5, КУБ-3В [14].

Особенностью строительства таких типов зданий является применение сборного безригельного каркаса, состоящего из следующих элементов:

1. Составных сборных железобетонных колонн 400×400 мм длиной до 15 м (в местах примыкания перекрытия к колонне в колонне отсутствует бетон).
2. Железобетонной плиты перекрытия 3×3 м, толщиной 160 мм.
3. Железобетонных связей сечением 200×250 мм, обеспечивающих пространственную жесткость и устойчивость каркаса.
4. Диафрагм жесткости толщиной 160 мм.

Модификация КУБ-2,5 имеет следующие архитектурно-строительные характеристики:

– этажность в сейсмоопасных районах строительства до 15 этажей, в несейсмоопасных районах до 25 этажей;

Таблица 1
Table 1

Ранжирование критериев оценки технологий домостроения по значимости
Ranking of criteria for evaluating housing construction technology by significance

№ п/п	Критерии оценки технологии домостроения	Значимость критерия по десятибалльной шкале
1. Архитектура, тепло- и звукоизоляция		
1.1	Фасадные архитектурные решения	8
1.2	Планировочные архитектурные решения (свобода планировки)	7
1.3	Приведенная общая площадь на 1 квартиру	6 менее 6,93
1.4	Теплоизоляция (приблизительно равная за счет утеплителя)	5 менее 6,93
1.5	Звукоизоляция	9
2. Этажность, прочность, долговечность		
2.1	Этажность	8
2.2	Прочность и сейсмостойкость	10
2.3	Долговечность	9
3. Экономичность и массовость		
3.1	Капиталоемкость	8
3.2	Себестоимость	9
3.3	Трудоемкость	9
3.4	Массовость	7
3.5	Материалоемкость	5 менее 6,93
3.6	Индустриальность	4 менее 6,93
	Сумма баллов	104
	Средний балл	6,93

Таблица 2
Table 2

Результаты экспертной оценки основных домостроительных технологий строительных систем жилых зданий, возводимых в Санкт-Петербурге
Results of expert evaluation of the main house-building technologies of building systems of residential buildings being built in St. Petersburg

№ п/п	Десять критериев оценки домостроительной технологии	Значение по десятибалльной шкале критерия оценки домостроительных технологий			
		Кладка	Панель	Монолит	КУБ
1	Фасадные архитектурные решения	10	3	6	6
2	Планировочные архитектурные решения	7	3	9	10
3	Звукоизоляция (минимальная 1 балл)	9	3	5	4
Итого: архитектура и звукоизоляция (максимальное значение 30 баллов)		26	9	20	20
4	Этажность (минимальная 1 балл)	7	8	10	9
5	Прочность и сейсмостойкость (минимальная 1 балл)	4	7	10	8
6	Долговечность (минимальная 1 балл)	10	7	10	8
Итого: этажность, прочность, долговечность (максимальное значение 30 баллов)		21	22	30	25
7	Капиталоемкость (минимальная 10 баллов)	5	4	8	5
8	Себестоимость (минимальная 10 баллов)	5	10	7	9
9	Трудоемкость (максимальная 1 балл)	4	9	7	8
10	Массовость (минимальная 1 балл)	4	10	8	9
Итого: экономичность и массовость (максимальное значение 40 баллов)		18	33	30	31
Итого: технология строительной системы (максимальное значение 100 баллов)		65	64	80	76

- сейсмостойкость до 9 баллов;
- несущая способность междуэтажного перекрытия до 1300 кг/м³;
- высота этажа 2,8; 3; 3,3 м;
- основная сетка колонн 6 м;
- дополнительный шаг колонн или пролет 3 м; 12 м.

Технико-экономические показатели расхода бетона на 1 м² перекрытия по данным «НПО КУБ» следующие: сборный железобетон – 19 м³; бетонная смесь для монолитных участков и узлов – 0,016 м³.

Наружные стены в таком здании могут быть в виде теплоэффективных панелей или утепленной кладки из мелких блоков и кирпича с учетом требований теплозащиты для конкретного региона. Узел соединения сборных железобетонных колонн выполняется на уровне перекрытия. Для совпадения осей колонн предусмотрен стальной стержень, выступающий из торцевой грани в нижней части монтируемой колонны, который вставляется при монтаже в патрубок, расположенный в верхней торцевой грани коло-

ны нижележащего этажа. В узле выполняется электросварное соединение выступающих из торцевых граней арматурных стержней каркасов соединяемых колонн [14].

В результате, сравнивая удельные затраты труда на строительной площадке по технологиям сборного, монолитного и сборно-монолитного домостроения, авторы получили показатели соответственно 0,09; 0,26; 0,11 чел.-день на 1 м².

Домостроительные технологии имеют свои особенности, которые в зависимости от места и задач строительства выступают как преимущества или недостатки рассматриваемой архитектурно-строительной системы. Это актуально для комплексной оценки применимости архитектурно-строительных систем и технологий в различных условиях городского строительства. Проводимые сравнения по расходу материала, затратам труда в заводских и построечных условиях дают одностороннюю, субъективную оценку технологии, тем более если сравнение не связано с местом и условиями строительства, поэтому авторы

применили метод экспертных оценок при исследовании рациональной области применения технологий различных архитектурно-строительных систем.

На предварительном этапе проводился выбор критериев сравнения строительных технологий. На втором этапе исследования оценивались методами экспертного опроса специалистов по заранее разработанной анкете: архитектурные, прочностные и экономические характеристики современных архитектурно-строительных систем с различными технологиями строительства несущих и ограждающих конструкций. Для выбора критериев и сравнения по ним домостроительных технологий применяется метод экспертных оценок.

За основу была принята следующая последовательность выработки экспертного решения: формирование квалифицированной экспертной группы; рассмотрение проблемы; подготовка анкеты; рассмотрение возможных вариантов ответов членами экспертной группы; анкетирование; математическая обработка вариантов ответов; обсуждение результатов анкетирования и принятие решения об их достоверности; оглашение результатов экспертной оценки в случае их достоверности или подготовка повторного экспертного опроса.

В экспертной оценке принимали участие кандидаты и доктора технических наук по специальности 05.23.08 «Технология и организация строительства». Для выбора значимых критериев оценки технологии домостроения выполнено их ранжирование по значимости (весомости). Результаты представлены в табл. 1.

Для проведения сравнительной экспертной оценки технологий домостроения выбраны следующие значимые критерии:

- фасадные архитектурные решения;
- планировочные архитектурные решения;

Список литературы

1. Рыбнов Е.И., Егоров А.Н., Хайдуцкий З., Гдимиан Н.Г. Организация и планирование работы производственных структур при крупномасштабном жилищном строительстве // *Вестник гражданских инженеров*. 2018. № 3 (68). С. 98–102. DOI: <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2018-15-3-98-102>
2. Головина С.Г., Сокол Ю.В. К вопросу исследования совместной работы строительных материалов в наружных ограждающих конструкциях в бывших доходных домах исторического центра Санкт-Петербурга // *Вестник гражданских инженеров*. 2018. № 3 (68). С. 112–117. DOI: <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2018-15-3-112-117>
3. Кондратьева Л.Н., Семенов С.В., Пухаренко Ю.В. Конструктивные системы и материалы

- звукоизоляция межквартирных конструкций;
- допустимая этажность здания;
- прочность и сейсмостойкость здания;
- долговечность несущих элементов здания;
- капиталоемкость технологии;
- себестоимость работ;
- трудоемкость работ;
- массовость (пригодность для массового строительства).

Авторами разработана анкета для проведения комплексной экспертной оценки строительных технологий, применяемых в жилищном строительстве Санкт-Петербурга. За основу взяты десять наиболее значимых критериев и десятибалльная оценка каждого критерия. Каждый критерий оценивался от 1 до 10 баллов, а комплексная оценка изменяется в пределах от 10 до 100 баллов.

Результаты экспертной оценки строительных технологий основных архитектурно-строительных систем сведены в табл. 2.

Подводя итоги комплексной оценки технологий жилищного домостроения, авторы пришли к выводу, что более универсальной в городских условиях является технология монолитного домостроения в сочетании с кладкой наружных стен, особенно при строительстве зданий в условиях исторической застройки. Сборно-монолитная технология незначительно уступает монолитному домостроению, но в исторической среде ее применение нежелательно. Целесообразно применение сборно-монолитных технологий при строительстве жилья средней стоимости на новых территориях. Менее универсальны традиционная кладочная и панельная технологии, одна наиболее пригодна для строительства в условиях исторической застройки, другая в условиях массовой застройки недорогого жилья.

References

1. Rybnov E.I., Egorov A.N., Khaidutskii Z., Gdimiyani N.G. Organization and planning of industrial structures in large-scale housing construction. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2018. No. 3 (68), pp. 98–102. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2018-15-3-98-102>
2. Golovina S.G., Sokol Yu.V. On the issue of research of joint work of building materials in external enclosing structures in former apartment buildings of the historical center of St. Petersburg. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2018. No. 3 (68), pp. 112–117. (In Russian).
3. Kondrat'eva L.N., Sementsov S.V., Pukharenko Yu.V. Constructive systems and materials of historical residential development of St. Petersburg of the XVI-

- исторической жилой застройки Санкт-Петербурга XVIII – начала XX века // *Вестник гражданских инженеров*. 2016. № 6 (59). С. 53–58.
- Юмашева Е.И. Возрождение традиций кирпичного строительства требует не только высококачественных материалов, но и подготовки высококвалифицированных кадров // *Жилищное строительство*. 2014. № 1–2. С. 42–45.
 - Юдина А.Ф., Дьячкова О.Н. Анализ вариантов проектно-строительных решений жилых многоэтажных зданий (на примере Санкт-Петербурга) // *Вестник гражданских инженеров*. 2010. № 2 (23). С. 115–122.
 - Тилинин Ю.И., Казанбаева В.С., Таршилова Т.А. Развитие и совершенствование строительных кранов // *Коллоквиум-журнал*. 2019. № 1–5 (25). Ч. 1 (Варшава, Польша). С. 32–33.
 - Авдеева А.О., Тилинин Ю.И. Выбор рационального количества частных строительных потоков производственной программы отделочного предприятия // *Коллоквиум-журнал*. 2018. № 11 (22). Ч. 6 (Варшава, Польша). С. 4–6.
 - Юмашева Е.И., Сапачева Л.В. Крупнопанельное домостроение остается самым быстрым и экономичным // *Жилищное строительство*. 2014. № 10. С. 3–10.
 - Киреева Э.И. Крупнопанельные здания с петлевыми соединениями конструкций // *Жилищное строительство*. 2013. № 9. С. 47–50.
 - Евтюков С.А., Тилинин Ю.И., Щербakov А.П. К вопросу автоматизации процессов монолитного домостроения с учетом исследования конструкционных сталей в строительной робототехнике // *Вестник гражданских инженеров*. 2019. № 3 (74). С. 72–79. DOI: <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2019-16-3-72-79>
 - Тилинин Ю.И., Юдина А.Ф. Влияние технологии устройства дренажных систем на консолидацию намывного песчаного массива // *Вестник гражданских инженеров*. 2018. № 6 (71). С. 62–67. DOI: <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2018-15-6-62-67>
 - Гайдо А.Н., Верстов В.В. К вопросу определения технологических параметров производства свайных работ в стесненных условиях // *Вестник гражданских инженеров*. 2017. № 3 (62). С. 84–94. DOI: <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2017-14-3-84-94>
 - Гайдо А.Н. Пути совершенствования технологических решений устройства свайных фундаментов жилых зданий в условиях городской застройки // *Жилищное строительство*. 2015. № 9. С. 12–15.
 - Плотников В.В., Копачева М.В. Совершенствование стыков конструкций и монтажной оснастки в системе безригельного каркаса с целью ускорения его возведения // *Строительство и реконструкция*. 2014. № 2 (52). 2014. С. 27–35.
 - Il-early XX centuries. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2016. No. 6 (59), pp. 53–58. (In Russian).
 - Yumasheva E.I. Возрождение традиции кирпичного строительства требует не только высококачественных материалов, но и подготовки высококвалифицированных кадров. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 1–2, pp. 42–45. (In Russian).
 - Yudina A.F., D'yachkova O.N. Analysis of options for design and construction solutions for residential multi-storey buildings (on the example of St. Petersburg). *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2010. No. 2 (23), pp. 115–122. (In Russian).
 - Tilinin Yu.I., Kazanbaeva V.S., Tarshilova T.A. Development and improvement of construction cranes. *Kollokvium-zhurnal*. 2019. No. 1–5 (25). Vol. 1 (Varshava, Pol'sha), pp. 32–33.
 - Avdeeva A.O., Tilinin Yu.I. Choosing the rational number of private construction flows of the production program of the finishing enterprise. *Kollokvium-zhurnal*. 2018. No. 11 (22). Vol. 6 (Varshava, Pol'sha), pp. 4–6.
 - Yumasheva E.I., Sapacheva L.V. Крупнопанельное домостроение остаётся самым быстрым и экономичным. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 10, pp. 3–10. (In Russian).
 - Kireeva E.I. Large-Panel buildings with loop connections of structures. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 9, pp. 47–50. (In Russian).
 - Evtyukov S.A., Tilinin Yu.I., Shcherbakov A.P. On the issue of automation of monolithic housing construction processes taking into account the study of structural steels in construction robotics. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2019. No. 3 (74), pp. 72–79. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2019-16-3-72-79>
 - Tilinin Yu.I., Yudina A.F. Influence of drainage system technology on the consolidation of alluvial sand massif. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2018. No. 6 (71), pp. 62–67. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2018-15-6-62-67>
 - Gaido A.N., Verstov V.V. On the issue of determining the technological parameters of the production of pile works in cramped conditions. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2017. No. 3 (62), pp. 84–94. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2017-14-3-84-94>
 - Gaido A.N. Ways to improve technological solutions for the construction of pile foundations of residential buildings in the conditions of urban development. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 9, pp. 12–15. (In Russian).
 - Plotnikov V.V., Kopacheva M.V. Improvement of joints of structures and installation equipment in the system of a ringless frame in order to accelerate its construction. *Stroitel'stvo i rekonstruktsiya*. 2014. No. 2 (52), pp. 27–35. (In Russian).

УДК 624.05

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-16-20>

И.Л. АБРАМОВ, канд. техн. наук (abramovil@mgsu.ru)

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

Инновации в строительном производстве как фактор устойчивого состояния строительного предприятия

Развитие и эффективное функционирование строительной отрасли трудно представить без внедрения инновационных управленческих, технических и технологических решений. Применение новых материалов и технологий способствует созданию востребованной строительной продукции в виде зданий и сооружений различного назначения, что в свою очередь повышает конкурентоспособность предприятий. Известно, что инновации, внедряемые в строительное производство, – это комплексные организационные и технологические решения, принимаемые в динамике функционирования предприятия и его строительной деятельности. Однако применение инноваций в строительном производстве зачастую связано с определенными рисками. Далеко не всегда средства, потраченные на нововведения, окупаются. Между тем стоит отметить, что добиться устойчивого состояния предприятия без внедрения инноваций невозможно. В статье прослежена взаимосвязь инноваций и устойчивости строительного предприятия, рассмотрены виды инновационных материалов и технологий, применяемых в строительном производстве, проанализировано влияние инноваций на производительность труда. Дано понятие устойчивости с точки зрения достижения строительным предприятием поставленных целей, которые определяются избранной стратегией управления. Описаны измерения прогрессивности применяемой техники, оборудования, материалов и технологий, влияющих на инновационный потенциал строительного предприятия.

Ключевые слова: инновации, строительное производство, строительное предприятие, устойчивость строительного предприятия, инновационный потенциал.

Для цитирования: Абрамов И.Л. Инновации в строительном производстве как фактор устойчивого состояния строительного предприятия // *Жилищное строительство*. 2020. № 1–2. С. 16–20.

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-16-20>

I.L. ABRAMOV, Candidate of Sciences (Engineering) (ivan2193@yandex.ru)

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

Innovations in the Construction Industry as a Factor of Stable State of a Construction Enterprise

It is difficult to imagine the development and effective functioning of the construction industry without the introduction of innovative management, technical and technological solutions. The use of new materials and technologies contributes to the creation of popular construction products in the form of buildings and structures for various purposes, which in turn increases the competitiveness of enterprises. It is known that the innovations introduced into the construction industry are complex organizational and technological decisions made in the dynamics of the functioning of the enterprise and its construction activities. However, the application of innovations in the construction industry is often associated with certain risks. It is not always the funds spent on innovations pay off. Meanwhile, it is worth noting that it is impossible to achieve a stable state of an enterprise without introducing innovations. The article describes the relationship between innovations and sustainability of a construction enterprise, considers the types of innovative materials and technologies used in construction, analyzes the impact of innovations on labor productivity. The concept of sustainability is given from the point of view of the achievement of the set goals by the construction enterprise, which are determined by the chosen management strategy. Measurements of the progressiveness of the applied machinery, equipment, materials, and technologies that affect the innovative potential of the construction enterprise are described.

Keywords: innovations, construction industry, construction enterprise, sustainability of construction enterprise, innovative potential.

For citation: Abramov I.L. Innovations in the construction industry as a factor of stable state of a construction enterprise. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 1–2, pp. 16–20. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-16-20>

Строительная отрасль считается наименее инвестиционно активной и слабовосприимчивой к нововведениям. В работе [1] автор относит строительные предприятия к группе «имитаторов» инновационного процесса, получающих иногда отрицательную отдачу от вложения средств в инновации. Тем не менее строительные предприятия вынуждены выступать в качестве потребителей инновационного продукта в виде новой техники, материалов и технологий для выпуска конкурентоспособной продукции [2].

В последнее время инновационная активность рассматривается в качестве одного из основных условий формирования конкурентоспособной стратегической перспективы предприятия [2, 3]. При этом отмечается, что «особенностью применения инноваций в инвестиционно-строительном комплексе является большая, чем в других отраслях, рискованность инвестирования» [4].

Инновации в сфере строительства классифицируют в зависимости от их цели, вида строительства, материальных ресурсов и по иным основаниям [5]. «Инновационная активность предприятия зависит от его потенциала – показателя, отражающего степень возможности предприятия производить конкурентоспособную инновационную продукцию» [6–8]. Инновации рассматриваются в качестве ключевых факторов повышения производительности труда и эффективности производственной деятельности предприятий.

Нельзя не согласиться с мнением, изложенным в [9]: «Отсутствие единой программы внедрения инновационных решений в строительной отрасли приводит к тому, что достижения мировой науки и техники используются в нашей стране лишь эпизодически. Для кардинального изменения общей ситуации необходимо запустить комплексную программу внедрения инновационных технологических и организационных решений в строительной отрасли».

Перед применением инновационных предложений в некоторых случаях необходимо обеспечить строительному предприятию устойчивость для уверенного внедрения прогрессивных нововведений с целью повышения инновационного потенциала строительного предприятия. При этом должны быть соблюдены следующие условия:

- содержание производственного потенциала на рациональном уровне;
- проведение научно-технических исследований;
- повышение квалификационного уровня работников;
- поддержание финансового равновесия.

Рассмотрим взаимосвязь инноваций и устойчивости строительного предприятия.

Устойчивость необходимо рассматривать с точки зрения поставленных перед строительным предпри-

ятием целей, достижение которых определяется избранной стратегией управления.

Производственный потенциал – средства, запасы, источники, имеющиеся в наличии строительного предприятия, которые могут быть мобилизованы, приведены в действие, использованы для возведения строительных объектов.

Некоторые исследователи пытаются дать оценку инновационному потенциалу строительного предприятия посредством измерения прогрессивности применяемой техники, оборудования, материалов и технологий [10–12].

Например, по данным проекта организации строительства сравнивают состав имеющихся на строительном предприятии техники и оборудования с необходимыми производственными мощностями для выполнения строительно-монтажных работ. Также для определения производительности предприятия проводят анализ возрастного состава техники и оборудования по формуле:

$$T_{cp} = (\sum K_i \times T_i) / K, \quad (1)$$

где K_i – количество единиц оборудования соответствующего возраста и вида. Рассчитывают коэффициент прогрессивности техники, оборудования и материалов:

$$K_{np} = C_{np} / C \times 100 \%, \quad (2)$$

где C_{np} – стоимость прогрессивной техники, оборудования и материалов, тыс. р.; C – общая стоимость техники, оборудования и материалов, тыс. р.

Всестороннюю характеристику степени прогрессивности также дают показатели:

– удельного веса активной части основных производственных фондов:

$$K_o = \text{ОПФ}_n / \text{ОПФ}, \quad (3)$$

где ОПФ_n – стоимость активной части основных производственных фондов, тыс. р.; ОПФ – стоимость основных производственных фондов, тыс. р.;

– степени физического износа активной части основных производственных фондов:

$$K_{изн} = I_{опф} / \text{ОПФ}_n, \quad (4)$$

где $I_{опф}$ – сумма износа активной части ОПФ, тыс. р.

Уровень прогрессивности технологий измеряется при помощи показателя удельного веса строительной продукции, произведенной с применением прогрессивных технологических процессов, материалов или технологий, внедренных в данном году, в общем объеме выполненных СМР по формуле:

$$K_{пт} = Q_{смп.пт} / Q_{смп}, \quad (5)$$

где $Q_{смп.пт}$ – объем строительной продукции, произведенной с применением прогрессивных технологических процессов, материалов или технологий, тыс. р; $Q_{смп}$ – общий объем выполненных СМР.

Показатель удельного веса продукции, произведенной по технологии, внедренной в данном году, выражает степень обновления технологических процессов.

Стоит отметить, что оценка инновационного потенциала, несмотря на значительное внимание к этому вопросу, остается актуальной и недостаточно решенной задачей по причине отсутствия действенных методик оценки инновационной деятельности строительных предприятий. До сих пор нерешенными в методическом плане остаются вопросы выбора состава показателей оценки инноваций, определения их количества и методов их оценки.

Эффективность строительного производства как основа устойчивого состояния предприятия с точки зрения оценочных показателей взаимосвязана с инновациями, заключающимися во внедрении новых строительных материалов и технологий. Измерить уровень эффективности, анализируя один из показателей, невозможно, так как он формируется под воздействием многих факторов, порой противодействующих друг другу.

В качестве негативных факторов, ограничивающих производственную деятельность строительных предприятий, в работе [2] автор называет «дефицит квалифицированных рабочих, большую степень износа строительных машин, неполное использование производственной мощности предприятия». Невысокую производительность труда исследователь объясняет сильным физическим и моральным износом основных производственных фондов строительных предприятий, недостаточной инновационной активностью, неэффективной организацией труда.

Стоит отметить, что производительность труда характеризует плодотворность, продуктивность целесообразной деятельности работников в сфере производства в течение определенного промежутка времени.

Выбор основных показателей устойчивости строительного предприятия зависит от инновационной составляющей. В динамике оценочных показателей устойчивости отражены достигнутые уровни инноваций следующего характера:

1. Производственно-технологические.
2. Организационно-управленческие.
3. Комплексные технические мероприятия, повыша-

ющие общую производительность труда работников.

К показателям, характеризующим производственно-техническое состояние основных фондов, относят коэффициент физического износа.

Обеспеченность строительного предприятия техникой характеризуют показатели механовооруженности строительного производства и труда.

Показателями организационного уровня строительного производства выступают уровни специализации по генеральному подряду и по работам, выполняемым собственными силами.

К показателям оценки состояния системы управления относятся удельные веса численности и заработной платы административно-управленческого персонала в общей численности работников и фонде оплаты труда (соответственно), уровень текучести кадров.

Устойчивое состояние строительного предприятия определяется наличием внутрисистемных резервов – производственного потенциала и внедряемых инновационных решений организационного и технологического характера.

Рациональную величину таких резервов предлагается определять в соответствии с заданными пределами допустимой вариабельности оценочных показателей, используя метод контрольных карт.

Если все условия соблюдены, делается вывод об устойчивом управляемом поведении показателя, что, в свою очередь, свидетельствует об устойчивом функционировании строительного предприятия. В противном случае осуществляется оценка возможностей статистически неуправляемых показателей.

В процессе моделирования устойчивости строительного предприятия возможны случаи выхода показателей оценки его деятельности за пределы, ограниченные заданными крайними границами контрольных карт. Результатом моделирования является выявление потери устойчивости строительного предприятия, в том числе за счет внедрения неэффективных инновационных решений в строительное производство [13–15].

Дополнительными показателями инновационного характера являются:

- отношение объема строительного-монтажных работ (СМР), выполненных с применением инновационных технологий производства, к общему объему СМР, %;
- доля расходов на инновации в общем объеме затрат, %.

Стоит перечислить инновации, применяемые в строительном производстве как факторы, влияющие на эффективность строительного производства и устойчивое состояние строительного предприятия.

К ним относятся: сочетание сборных заводского изготовления конструкций с монолитным домостроением, домокомплекты быстровозводимых зданий различного назначения, строительство из легких стальных тонкостенных конструкций, применение съемной и несъемной опалубочных систем из различных инновационных материалов.

В процессе выбора инновации следует принимать во внимание все ее плюсы и минусы, производственный и технологический потенциал предприятия, виды производимых работ, конкурентную среду.

Отдельно стоит отметить инновационные строительные материалы, которые влияют на прогрессивность применяемых технологий в строительном производстве: жидкую теплоизоляцию, экструзионный пенополистирол, SIP-панели, нанобетон, стекломгнезитовый лист, фиброцемент, эковату, стеклопластиковую и базальтопластиковую арматуру и др. [16].

Важный прорыв в повышении прогрессивности технологий строительного производства произошел, когда из композитных материалов начали производить арматуру. Композитная арматура была изобретена более 30 лет назад, однако широкое распространение получила только в последние несколько лет.

В будущем темпы роста значений инновационных оценочных показателей должны увеличиваться. Тем не менее на сегодняшний день следует отслеживать устойчивое состояние строительного предприятия посредством контроля допустимой динамики вариативности основных показателей строительного производства и внедрения инноваций [14–16].

Выводы

Попытки оценки инноваций, внедряемых в строительное производство, выявили отсутствие измеряемых физических параметров и необходимых для исследования объемов статистических данных. Это

говорит о том, что общепринятые научные методы сложно применимы для настоящего исследования.

Существующие методические рекомендации по оценке инноваций сложны, они недостаточно учитывают специфику инноваций, содержат мало информации из-за отсутствия соответствующих нормативных требований.

В качестве базовых методов для исследования инноваций, применяющихся в строительном производстве и оказывающих влияние на эффективное функционирование строительного предприятия, предлагается использовать аналитический инструментарий: контрольные карты и метод экспертной оценки. Указанный метод дает возможность получить мнение специалистов, имеющих производственный опыт работы с инновациями, что делает его наиболее достоверным.

Полученные в процессе опроса экспертов результаты подлежат анализу и последующей методической и математической обработке. Данный комплексный подход к оценке инновационных решений необходим для исключения неопределенности на этапе планирования реализации инвестиционно-строительных проектов и рационального выбора инновационных решений.

Стоит отметить, что без внедрения производственно-технологических, организационных и технических инноваций невозможно обеспечить конкурентоспособное и эффективное функционирование строительного предприятия.

В дальнейших исследованиях перед автором стоит задача разработки комплексной методики оценки инноваций, внедряемых в производство. Разработанная методика будет предназначена для практического применения проектными организациями и строительными предприятиями.

Список литературы

1. Федосеев И.В. Теория и методология эффективного управления субъектами инвестиционно-строительного комплекса в инновационно-ориентированной экономике (на примере Санкт-Петербурга). Дисс. ... д-ра экон. наук. СПб., 2009. 324 с.
2. Асаул А.Н. Активизация инновационной деятельности в строительстве как фактор развития территории. Российские регионы в фокусе перемен. Сборник докладов X Международной конференции ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». Екатеринбург: УМЦ УПИ, 2016. 834 с.
3. Нургалиева Ш.М. Проблемы оценки инновацион-

References

1. Fedoseev I. V. Theory and methodology of effective man-agement of subjects of investment and construction complex in innovation-oriented economy (on the example of St. Petersburg). Doktor diss (Economika). Sankt-Peterburg, 2009, pp. 324. (In Russian).
2. Asaul A. N. Intensification of innovative activity in construction as a factor of territory development. Russian regions are the focus of change. Collection of reports of the X International conference of the Federal state educational INSTITUTION "Urfu named after the first President of Russia B. N. Yeltsin". Ekaterinburg: UMCz UPI, 2016, pp. 834. (In Russian).
3. Nurgalieva sh. M. Problems of evaluation of innovative potential of the enterprise. *Voprosy` sov-*

УДК 699.86 : 697.1

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-21-24>

О.Д. САМАРИН, канд. техн. наук (samarin-oleg@mail.ru), К.И. ЛУШИН, инженер
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(129337, г. Москва, Ярославское ш., 26)

Оценка влияния изменения климата на энергопотребление систем обеспечения микроклимата зданий

Актуальность исследования связана с необходимостью учета климатических изменений для прогнозирования структуры энергетического баланса здания. Предметом исследования является зависимость энергопотребления системами обеспечения микроклимата зданий от повышения среднегодовой температуры в районе строительства. Цель исследования состоит в оценке суммарных энергозатрат на климатизацию зданий в условиях заданной степени потепления климата. Задача исследования – получение математического описания годового изменения наружной температуры и аналитических выражений для продолжительности отопительного и охлаждающего периодов и градусо-суток для этих периодов. Использовано представление годового хода температуры наружного воздуха в виде гармонических колебаний с определенным средним значением и амплитудой. Интегрированием данного выражения в необходимых пределах получены зависимости для градусо-суток отопительного и охлаждающего периодов. Проведены расчеты по данным зависимостям для климатических условий Москвы в пределах повышения среднегодовой температуры на два градуса и дан анализ полученных результатов. Показано, что в условиях исследованного варианта изменения климатических параметров, снижение энергопотребления на отопление здания и подогрев притока в холодный период оказывается более значительным, чем рост расхода холода на охлаждение летом. Поэтому в условиях Москвы потепление климата способно привести к уменьшению суммарных годовых энергозатрат на обеспечение микроклимата здания.

Ключевые слова: потепление климата, энергозатраты, температура, годовой ход, продолжительность, градусо-сутки, микроклимат здания, энергоэффективность.

Для цитирования: Самарин О.Д., Лушин К.И. Оценка влияния изменения климата на энергопотребление систем обеспечения микроклимата зданий // *Жилищное строительство*. 2020. № 1–2. С. 21–24.
DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-21-24>

O.D. SAMARIN, Candidate of Sciences (Engineering) (samarin-oleg@mail.ru), K.I. LUSHIN, Engineer
National Research Moscow State University of Civil Engineering
(26, Yaroslavl Highway, Moscow, 129337, Russian Federation)

Assessment of the Impact of Climate Change on the Energy Efficiency of Climate Control Systems of Buildings

The relevance of the study is related to the need to take into account climate changes in order to predict the structure of the building's energy balance. The subject of the study is the dependence of energy consumption by building microclimate systems on the increase in the average annual temperature in the construction area. The purpose of the study is to estimate the total energy consumption for building climate control under conditions of a set degree of climate warming. The task of the study is to obtain a mathematical description of the annual change in outdoor temperature and analytical expressions for the duration of the heating and cooling periods and the degree-days for these periods. The representation of the annual course of the ambient air temperature in the form of harmonic oscillations with a certain average value and amplitude is used. By integrating this expression within the necessary limits, the dependencies for the degree-days of heating and cooling periods are obtained. Calculations based on these dependencies were made for the climatic conditions of Moscow within the limits of an increase in the average annual temperature by two degrees, and the results were analyzed. It is shown that under the conditions of the studied variant of climate parameters change, the decrease in energy consumption for building heating and heating of the inflow during the cold period is more significant than the increase in the consumption of cold for cooling in the summer. Therefore, under the conditions of Moscow, climate warming can lead to a decrease in the total annual energy consumption for providing the building's microclimate.

Keywords: climate warming, energy consumption, temperature, annual course, duration, degree-day, building microclimate, energy efficiency.

For citation: Samarina O.D., Lushin K.I. Assessment of the impact of climate change on the energy efficiency of climate control systems of buildings. *Zhilishch-noe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 1-2, pp. 21–24. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-21-24>

Происходящее в последние годы потепление климата, затрагивающее в наибольшей степени территории, расположенные в средних и высоких широтах, к которым и относится основная часть РФ, вызывает определенные изменения в структуре годового энергопотребления здания и его инженерных систем. Легко видеть, что затраты теплоты на компенсацию теплопотерь в холодный период года, т. е. на обеспечение работы системы отопления, при этом должны уменьшаться, а энергозатраты на охлаждение здания летом – напротив, расти. Однако вопрос о поведении суммарного расхода энергии за год не является элементарным и требует специального решения.

Выбор необходимых исходных данных для проектирования климатических систем и моделирования их эксплуатационных режимов исследовался целым рядом авторов, как в нашей стране, так и за рубежом [1–8]. В основном указанные работы основываются на понятии «типового» или «представительного» года, хотя некоторые публикации, например [3, 4, 6, 8], так или иначе учитывают влияние климатических изменений на мощность оборудования и его энергопотребление. Способы расчета годовых энергозатрат также предлагаются различные, но, как правило, они ориентированы на достаточно точную и подробную оценку всех основных факторов, влияющих на теплопотери здания и процессы в вентиляционном оборудовании [2, 5, 7].

Рассмотрим наиболее простой для анализа, но в то же время наихудший с точки зрения цели авторского исследования случай, когда потепление происходит равномерно в течение всего года. На самом деле более интенсивным оно является как раз в холодный период, например если сопоставить данные СП 131.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* «Строительная климатология»» (далее – СП 131) с его предыдущими редакциями. Следовательно, фактическое сокращение энергозатрат на отопление тоже будет более значительным, а их рост на охлаждение, наоборот, окажется ниже, чем они могли бы быть рассчитаны при указанном допущении, поэтому такой упрощенный подход даст нижний предел оценки изменения суммарного годового расхода энергии.

Изменение параметров наружного климата и их взаимосвязь рассматривались ранее автором, в первую очередь с вероятностно-статистических позиций [9]. Однако здесь это представляется излишним, и в самом первом приближении годовой ход температуры наружного воздуха $t_{н}$, °С, в зависимости от времени z , сут, истекшего с начала года, можно описать синусоидальной функцией в форме (1):

$$t_{н} = t_{\text{ср.год}} + A_{\text{гн}} \sin \left[\frac{2\pi}{365} (z - z_0) \right], \quad (1)$$

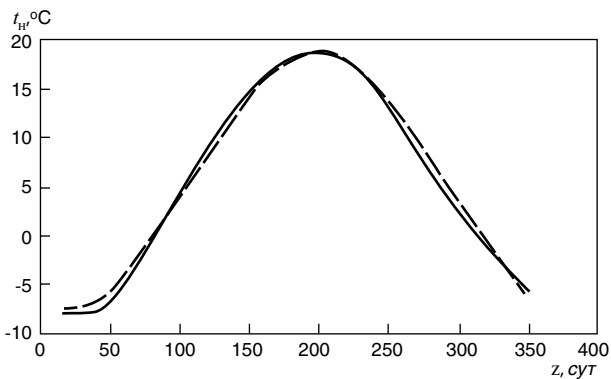
где $t_{\text{ср.год}}$ – среднегодовое значение $t_{н}$ в рассматриваемом районе строительства, которое можно определить по данным СП 131; $A_{\text{гн}}$ – амплитуда годового хода $t_{н}$, примерно равная половине разности средней температуры наиболее жаркого и наиболее холодного месяца, также принимаемых по сведениям СП 131 (Самарин О.Д. Основы обеспечения микроклимата зданий. М.: АСВ, 2014. 208 с.); z_0 – момент времени, когда в годовом ходе величина $t_{н}$ оказывается равной $t_{\text{ср.год}}$. На рисунке показано сопоставление среднемесячных уровней $t_{н}$ для Москвы (сплошная линия) с результатами вычислений по выражению (1) с параметрами $t_{н} = +5,4^\circ$, $A_{\text{гн}} = (18,7 - (-7,8))/2 = 13,25^\circ$ при условии $z_0 = 107$ сут (т. е. 16 апреля) подобранном для наилучшего совпадения двух кривых. Видно, что соответствие достаточно удовлетворительное, поэтому с учетом простоты зависимости (1) ее можно считать вполне пригодной для дальнейшего исследования.

Равномерность потепления в этом случае будет означать, что при моделировании его хода достаточно будет менять только величину $t_{\text{ср.год}}$, а все остальные числовые коэффициенты в (1) должны сохраняться постоянными. Рассмотрим вначале принцип оценки энергопотребления на примере холодного периода. В СП 50.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»» (далее – СП 50) в качестве основной климатической характеристики, определяющей суммарные теплозатраты, приняты градусо-сутки отопительного периода ГСОП = $(t_{в} - t_{\text{оп}})z_{\text{оп}}$, где $t_{\text{оп}}$ и $z_{\text{оп}}$ – соответственно средняя температура наружного воздуха в районе строительства, °С, и его продолжительность, сут, определяемые также по СП 131, а $t_{в}$ – средняя по зданию температура внутреннего воздуха для расчета системы отопления по ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.» (далее – ГОСТ 30494). Ясно, что с ростом $t_{\text{ср.год}}$ значения $t_{\text{оп}}$ и $z_{\text{оп}}$, а значит, и в целом ГСОП, будут меняться.

Легко видеть, что из выражения (1) формула для зоп получается в виде (2):

$$z_{\text{оп}} = 365 \left[\frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \arcsin \left(\frac{t_{\text{н.гр}} - t_{\text{ср.год}}}{A_{\text{гн}}} \right) \right], \quad (2)$$

где $t_{\text{н.гр}}$ – граничное значение среднесуточной величины $t_{н}$, служащее критерием начала и окончания отопительного периода. Если теперь подставить в (2) соответствующие параметры для Москвы, то при $t_{\text{н.гр}} = +8^\circ$ получаем $z_{\text{оп}} = 205,4$ сут, что практически



Годовой ход среднемесячной температуры в Москве: сплошная линия – данные СП 131; пунктир – расчет по (1)
Annual course of average monthly temperatures in Moscow (solid line – SP 131 data, dotted line – calculation with (1))

совпадает с данными СП 131. Следовательно, соотношение (2), так же, как и (1), хорошо описывает реальное поведение $z_{оп}$, и его можно применять для дальнейших оценок.

Пользуясь определением понятия ГСОП, нетрудно найти для него выражение в виде (3):

$$ГСОП = t_{в} z_{оп} - \int_{z_1}^{z_2} t_{н}(z) dz. \quad (3)$$

Интегрирование в данном случае осуществляется между моментами z_1 и z_2 начала и конца отопительного периода. С учетом (1) и (2) окончательно получаем:

$$ГСОП = 365(t_{в} - t_{ср.год}) \left[\frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \arcsin \left(\frac{t_{н.гр} - t_{ср.год}}{A_{н}} \right) \right] + \frac{365 A_{н}}{\pi} \sqrt{1 - \left(\frac{t_{н.гр} - t_{ср.год}}{A_{н}} \right)^2}. \quad (4)$$

Для Москвы при $t_{в} = +20^{\circ}$ формула (4) дает ГСОП = 4509 К·сут, что всего на 1 % отличается от значения 4551 К·сут, вычисляемого непосредственно по данным СП 131.

Нетрудно показать, что для определения продолжительности охлаждающего периода $z_{охл}$ в выражении (2) достаточно заменить знак «+» между слагаемыми в квадратных скобках на «-», а в качестве $t_{н.гр}$ тогда нужно использовать требуемую температуру $t_{п}$, до которой охлаждается воздух в приточной установке. Что же касается градусо-суток охлаждающего периода ГСОП_х, то для них в соотношение (4) следует подставлять $t_{п}$ как вместо $t_{н.гр}$, так и вместо $t_{в}$, а в квадратных скобках вместо $1/2$ принимать $(-1/2)$.

Результаты расчетов по полученным формулам в пределах повышения $t_{ср.год}$ на два градуса сведены в таблицу. Величина $t_{п}$ при вычислениях для летнего режима была принята равной $+16^{\circ}$, т. е. на 8° ниже

Прогнозируемое изменение климатических характеристик Москвы при потеплении климата
Projected changes in Moscow's climate characteristics as the climate warms

$t_{ср.год}$, °C	$z_{оп}$, сут	ГСОП, К·сут	$z_{охл}$, сут	ГСОП _х , К·сут	ГСОП($k_{об} + k_{вент}$) + ГСОП _х · $k_{вент}$, Вт·сут/м³
5,4	205	4509	75	131	2610
5,9	201	4354	82	170	2540
6,4	197	4201	88	213	2472
6,9	192	4051	95	259	2407
7,4	188	3904	100	307	2345

средней из оптимальных значений $t_{в}$ в теплый период по ГОСТ 30494.

Следовательно, величина ГСОП при этом должна снизиться на 13,4%, а ГСОП_х – возрасти в 2,34 раза. Однако следует иметь в виду, что в соответствии с методикой СП 50 при расчете годового энергопотребления значение ГСОП умножается на сумму удельной теплозащитной и удельной вентиляционной характеристик здания $k_{об} + k_{вент}$, Вт/(м³·К) за вычетом теплоступлений, в то же время ГСОП_х, очевидно, следует умножать только на $k_{вент}$. Поэтому в последней колонке таблицы приведена сумма соответствующих произведений, которая в первом приближении и показывает изменение общих энергозатрат в течение года. В расчетах было принято $k_{об} = 0,124$ Вт/(м³·К) и $k_{вент} = 0,442$ Вт/(м³·К) по результатам вычислений для группы объектов общественного назначения в работе [10], причем было выбрано здание с наименьшей теплозащитной и наибольшей вентиляционной характеристикой, чтобы была максимальной доля расхода энергии именно на обработку вентиляционного воздуха.

Легко видеть, что, несмотря на существенное (в 3,5 раза) превышение $k_{вент}$ над $k_{об}$, даже в этом случае снижение энергопотребления на отопление здания и подогрев притока в холодный период оказывается более значительным, чем рост расхода холода на охлаждение летом. Конечно, при более точной оценке следует учитывать некоторые дополнительные факторы, например, теплоступления в отопительный период, а также возможность осушения воздуха в теплый период и, как следствие, потребность в дополнительном количестве холода. Однако в целом очевидно, что в условиях Москвы потепление климата способно привести именно к уменьшению суммарных годовых энергозатрат на обеспечение микроклимата здания, хотя в странах с изначально более теплым климатом выводы могут быть и иными.

Список литературы

1. Гагарин В.Г., Иванов Д.С., Малявина Е.Г. Разработка климатологической информации в форме специализированного «типичного года» // *Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Строво и архит.* 2013. Вып. 31(50). Ч. 1. Города России. Проблемы проектирования и реализации. С. 343–349.
2. Крючкова О.Ю. Инженерная методика расчета годовых затрат энергии и воды центральными установками кондиционирования воздуха // *Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер. Политематическая.* 2013. Вып. 4 (29). [Электронный ресурс]. Систем. требования: Windows 7. URL: [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/Kryuchkova-2013_4\(29\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/Kryuchkova-2013_4(29).pdf).
3. Кобышева Н.В., Ключева М.В., Кулагин Д.А. Климатические риски теплоснабжения городов // *Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова.* 2015. № 578. С. 75–85.
4. Valiño V., Rasheed A., Perdigones A., Tarquis A.M. Effect of increasing temperatures on cooling systems. A case study // *European greenhouse sector. Climatic Change.* 2014. Vol. 123. No. 2, pp. 175–187.
5. Wang X., Mei Y., Li W., Kong Y., Cong X. Influence of sub-daily variation on multi-fractal detrended analysis of wind speed time series // *PLoS ONE.* 2016. Vol. 11. No. 1, pp. 6014–6284.
6. Masson V. A physically-based scheme for the urban energy budget in atmospheric models // *Boundary-Layer Meteorology.* 2000. Vol. 94. No. 3, pp. 357–397.
7. Naji S., Alengaram U.J., Jumaat M.Z., Shamshirband S., Basser H., Keivani A., Petković D. Application of adaptive neuro-fuzzy methodology for estimating building energy consumption // *Renewable and Sustainable Energy Reviews.* 2016. Vol. 53, pp. 1520–1528.
8. Hani A., Koiv T.-A. Energy Consumption Monitoring Analysis for Residential, Educational and Public Buildings // *Smart Grid and Renewable Energy.* 2012. No. 3. Vol. 3, pp. 231–238.
9. Самарин О.Д. О подтверждении вероятностно-статистических соотношений между расчетными параметрами наружного климата // *Известия вузов. Строительство.* 2014. № 3. С. 66–69.
10. Самарин О.Д., Бызов Н.И. Возможности повышения класса энергосбережения общественных зданий за счет теплоутилизации в системах вентиляции // *СОК.* 2017. № 3. С. 72–75.

References

1. Gagarin V.G., Ivanov D.S., Malyavina E.G. The development of climatic information in the form of specialized “typical year”. *Vestnik Volgogradskogo Architekturno-stroitel'nogo Universiteta. Stroitelstvo i arhitektura.* 2013. Vol. 31(50). Part 1, pp. 343–349. (In Russian).
2. Kryuchkova O.Yu. The engineering procedure of calculation of annual water and energy consumption by the central air conditioning units. *Internet-vestnik VolgGASU. Ser.: Politematicheskaya.* 2013. Vol. 4 (29). [Electronic resource]. System requirements: Windows 7. URL: [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/Kryuchkova-2013_4\(29\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/Kryuchkova-2013_4(29).pdf). (In Russian).
3. Kobysheva N.V., Klyuyeva M.V., Kulagin D.A. Climatic risks of city heat supply. *Trudy Glavnoy geofizicheskoy observatorii im. A.I. Voeykova.* 2015. No. 578, pp. 75–85. (In Russian).
4. Valiño V., Rasheed A., Perdigones A., Tarquis A.M. Effect of increasing temperatures on cooling systems. A case study. *European greenhouse sector. Climatic Change.* 2014. Vol. 123. No. 2, pp. 175–187.
5. Wang X., Mei Y., Li W., Kong Y., Cong X. Influence of sub-daily variation on multi-fractal detrended analysis of wind speed time series. *PLoS ONE.* 2016. Vol. 11. No. 1, pp. 6014–6284.
6. Masson V. A physically-based scheme for the urban energy budget in atmospheric models. *Boundary-Layer Meteorology.* 2000. Vol. 94. No. 3, pp. 357–397.
7. Naji S., Alengaram U.J., Jumaat M.Z., Shamshirband S., Basser H., Keivani A., Petković D. Application of adaptive neuro-fuzzy methodology for estimating building energy consumption. *Renewable and Sustainable Energy Reviews.* 2016. Vol. 53, pp. 1520–1528.
8. Hani A., Koiv T.-A. Energy Consumption Monitoring Analysis for Residential, Educational and Public Buildings. *Smart Grid and Renewable Energy.* 2012. No. 3. Vol. 3, pp. 231–238.
9. Samarin O.D. On verifying of probable and statistical correlation between design parameters of external climate. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo.* 2014. No. 3, pp. 66–69. (In Russian)
10. Samarin O.D., Byzov N.I. Possibilities of the increase of the energy saving class by heat recovery in ventilating systems. *SOK.* 2017. No. 3, pp. 72–75. (In Russian)

УДК 624

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-25-30>

Н.С. СОКОЛОВ, канд. техн. наук (ns_sokolov@mail.ru)

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

Одна из распространенных ошибок при строительстве объектов в стесненных условиях

Строительство объектов в стесненных условиях требует особого подхода, связанного с необходимостью разработки и осуществления мероприятий по обеспечению безаварийной эксплуатации зданий окружающей застройки в пределах геотехнического влияния. Зачастую строители пренебрегают влиянием технологии возведения нового объекта на возможные негативные дефекты (появившиеся трещины на фасадах вследствие неравномерных осадок, кренов и т. д.) эксплуатируемых зданий. До сих пор муссируется понятие «минимальной цены» при возведении части здания ниже нулевой отметки, пренебрегая технической целесообразностью. При этом строители идут на любые ухищрения для уменьшения стоимости. Такой «иррациональный» способ строительства в конечном итоге может привести к существенному удорожанию строительства нулевой части здания и, как правило, к увеличению сроков возведения (согласования нового проекта в результате замены на другую геотехническую технологию, прохождения новой строительной экспертизы). Рассматривается один негативный случай из геотехнической практики строительства 16-этажного жилого дома рядом с существующим пятиэтажным жилым домом.

Ключевые слова: геотехническое строительство, неравномерные осадки, грунтовые анкера, ограждение котлована, электроразрядная технология, сваи ЭРТ.

Для цитирования: Соколов Н.С. Одна из распространенных ошибок при строительстве объектов в стесненных условиях // *Жилищное строительство*. 2020. № 1–2. С. 25–30.

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-25-30>

N.S. SOKOLOV, Candidate of Sciences (Engineering) (ns_sokolov@mail.ru)

I.N. Uliyanov Chuvash State University (15, Moskovskiy pr., Cheboksary, 428015, Russian Federation)

One of the Common Mistakes when Building Objects in Cluttered Urban Environment

The construction of facilities in cluttered urban conditions requires a special approach related to the need to develop and implement measures to ensure accident-free operation of buildings of the surrounding development within the geotechnical influence limits. Often, builders neglect the influence of the technology of construction of a new object on possible negative defects (cracks appeared on the facades due to uneven settlements, tilts, etc.) of the buildings being operated. Until now, the concept of «minimum price» is exaggerated when building the part of the building below the zero mark, ignoring the technical feasibility. At the same time, builders go to any tricks to reduce the cost. Such «irrational» method of construction ultimately could lead to a significant cost increase in construction of the zero part of the building and, as a rule, to an increase in the period of construction (approval of the new project as a result of replacement with another geotechnical technology, passing the new construction expertise). A negative case from the geotechnical practice of construction of a 16-storey residential building next to the existing five-storey residential building is considered.

Keywords: geotechnical engineering, differential settlements, ground anchors, pit enclosure, electric discharge technology, piles of ERT.

For citation: Sokolov N.S. One of the common mistakes when building objects in cluttered urban environment. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 1–2, pp. 25–30. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-25-30>

Строительство объектов в стесненных условиях является наиболее проблемным с точки зрения технологии строительного производства ниже нулевой отметки. При проектировании и возведении заглубленных конструкций должен быть разработан комплекс специальных мероприятий по обеспечению безаварийной эксплуатации зданий существующей застройки. Необходимо отметить, что современные геотехнические технологии позволяют успешно решать подобные задачи [1–13]. В данной статье

рассмотрен отрицательный пример строительства многоэтажного жилого дома рядом с существующим домом.

Объект нового строительства представляет собой единый монолитный железобетонный блок, имеющий форму прямоугольника. Надземная часть объекта строительства состоит из *технического* и 16 *надземных этажей*. Конструктивная схема представляет собой монолитный железобетонный безригельный каркас с самонесущими наружными стенами из пе-

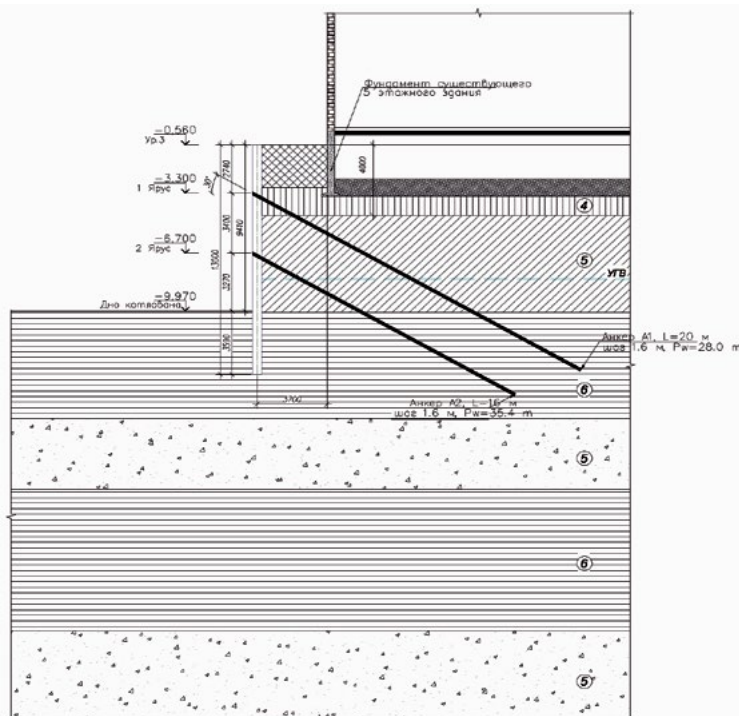
нобетонных блоков, опирающихся на междуэтажные перекрытия. Перекрытия и покрытия выполнены из монолитного железобетона. Конструктивное решение фундамента предусмотрено в качестве монолитной железобетонной фундаментной плиты. Глубина котлована на различных участках колеблется в пределах от 9,3 до 9,6 м. Абсолютная отметка дна котлована составляет 175,3 м Балтийской системы (БС). Ширина котлована в плане равна 27 м, а его длина – 40 м.

В соответствии с п. 9.36 СП 22.13330.2011 «Актуализированная редакция СНиП 2.02.01–83 «Основания зданий и сооружений» радиус зоны влияния нового строительства равен $r_{зв} = 4 \cdot H_k$ для котлована, разрабатываемого с устройств ом ограждения из стальных труб. Таким образом, зона влияния для конкретного случая составила 38,4 м. В указанной зоне расположен пятиэтажный двухподъездный жилой дом. Категория технического состояния прилегающего жилого здания по результатам проведенного технического обследования согласно существующим нормативным документам относится к удовлетворительной. Пространственная жесткость жилого дома обеспечивается жесткими дисками междуэтажных перекрытий и покрытий, блоками лестничных клеток. В плане объект имеет размеры 54×12,75, а по высоте – 17 м. Фундаменты ленточные сборные из бетонных блоков стен подвала типа ФБС толщиной

400–500 мм, уложенных на монолитный железобетонный пояс, возведенный по фундаментным плитам ФЛ. Глубина заложения фундаментов колеблется в пределах 2,79–3,05 м. Стены здания выполнены из силикатного кирпича толщиной 510 мм на цементно-песчаном растворе. Внутренние несущие стены толщиной 380 мм выложены также из силикатного кирпича, а междуэтажные и чердачные перекрытия смонтированы из железобетонных многпустотных плит толщиной 220 мм.

В первоначальном варианте крепление стенок котлована запроектировано в виде раскрепленной шпунтовой стенки с использованием двух ярусов грунтовых анкеров «Атлант» (рис. 1, а). Для этого случая для шпунтовой стенки использованы стальные трубы сечением 530×8 по ГОСТ 10704–91 «Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент» с шагом 1 м, а по оси «Ж» трубы устроены с шагом 0,8 м. Кроме того, в непосредственной близости от здания они заполняются тяжелым бетоном. Отметка верха труб шпунтовой стенки принята переменной – от 184,54 до 184,84 м БС. Низ труб ограждения по осям «1», «А» и «12» располагается на отметках от 171,54 до 171,84 м БС при их длине 13 м; по оси «Ж» низ труб ограждения располагается на отметке 166,84 м БС при длине труб 18 м. Между трубами ограждения запроектирована забирка из досок толщиной 40 мм.

а



б

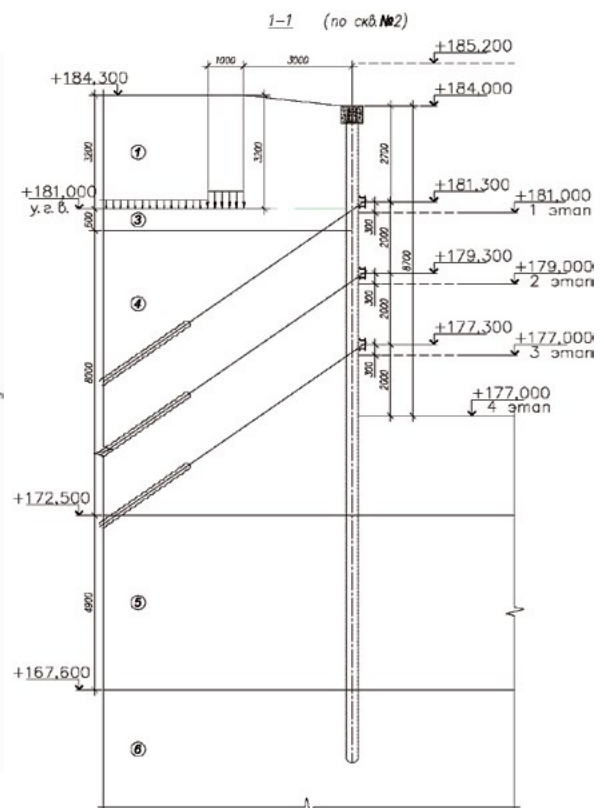


Рис. 1. Варианты раскрепленных шпунтовых ограждений котлована из стальных труб и с помощью грунтовых анкеров: а – анкеров «Атлант»; б – анкеров «ЭРТ»

Fig. 1. Options for unfastened sheet-pile enclosures of the pit made of steel pipes and with help ground anchors: а – anchors «ERT»

Геотехнические мероприятия по восстановлению эксплуатационной пригодности существующего жилого дома
Geotechnical measures to restore the operational suitability of an existing residential building

№ проекта	Наименование геотехнической технологии	Мероприятия, предусмотренные для защиты существующего здания	Осуществленные мероприятия	Дополнительные геотехнические мероприятия	Результаты проведенных работ
1	Раскрепленная подпорная стена из стальных труб и грунтовых анкеров «Атлант» в два яруса	Нет	Проект отменен	Нет	
2	Раскрепленная подпорная стена из стальных труб и грунтовых анкеров ЭРТ в три яруса	Запроектирована сплошная стена из буронакальных буронакальных буронакальных свай ЭРТ	Проект отменен	Нет	
3	Раскрепленная подпорная стена из стальных труб и двух поясов расстрелов	Запроектирована забирка из деревянных досок толщиной 40 мм	Проект осуществлен с расстрелами в один пояс	1. Выполнено цементационное закрепление основания. 2. Произведено усиление основания фундаментов существующего дома	1. Деформации дома продолжаются. 2. Деформации дома прекращены

По просьбе заказчика-застройщика специалистам ООО НПФ «ФОРСТ» было поручено разработать *альтернативный вариант раскрепленной шпунтовой стенки* с применением стальных труб тех же размеров поперечного сечения, но с использованием *грунтовых анкеров в три яруса*, изготавливаемых по *электроразрядной технологии (анкера ЭРТ)* (рис. 1, б). При этом расчетная глубина заделки стальных труб оказалась глубже первоначального проекта. Кроме того, на участках примыкания к существующим домам нами были запроектированы *шпунтовые стенки из буронакальных буронакальных свай ЭРТ диаметром 350 мм* с монолитным железобетонным обвязочным поясом поверху свай. Запроектированная стена представляет собой *сплошную монолитную заглубленную железобетонную конструкцию*, которая препятствовала бы *осыпанию грунта из-под подошвы фундаментов* существующего жилого дома в процессе производства земляных работ по откопке котлована.

Заказчик, изучая *оба варианта ограждения котлована*, пришел к неожиданному и странному заключению о необходимости удешевления проекта устройства ограждения котлована. В этом случае гарантированно пренебрегают *технической целесообразностью*, хотя при этом экономическая эффективность существенно возрастает. Таким образом, им был заказан *третий вариант проекта ограждения котлована, но без анкерного крепления* с использованием, так же как и в предыдущих проектах, стальных труб и использования стальных расстрелов на двух уровнях взамен грунтовых анкеров. При этом в разработанном проекте исключено устройство сплошной шпунтовой стены (она является одной из основных заглубленных конструкций обеспечения устойчивости основания под фундаментами существующего жилого дома) на участке примыкания к существующему

жилому дому. Для равномерного восприятия усилий от грунта и передачи их на расстрелы запроектирован распределительный пояс из спаренных швеллеров 50Б2. Следует обратить внимание на тот факт, что при производстве работ *в качестве конструкционного материала для расстрелов были использованы бывшие в употреблении стальные трубы*. Причем они выполнены только на одном уровне. При отрывке котлована бывшие в употреблении трубы расстрела получили значительные деформации (прогибы, смятия поперечного сечения, а также провалы грунта и асфальта), в результате чего шпунтовая стена из стальных труб получила горизонтальные деформации в сторону котлована. При этом отсутствие сплошных заградительных шпунтовых стен на участках примыкания к существующему жилому дому при производстве работ по открытию котлована привело к вываливанию грунта из-под подошвы фундамента. В результате этого существующий жилой дом получил мгновенную вертикальную деформацию, о чем свидетельствуют появившиеся деформационные трещины на наружных поверхностях фасадов, прогрессирующие во времени. Срочно организованный геотехнический мониторинг за вертикальными перемещениями осадочных марок (рис. 2, 3) подтвердил худшие опасения. Часть жилого дома со стороны нового строительства просела и продолжает деформироваться (рис. 4). Заказчик срочно принял решение о разработке *проекта цементационного закрепления деформированной части основания* и немедленного его осуществления (рис. 4). Результаты геотехнического мониторинга свидетельствуют, что даже после проведения геотехнических работ по цементации основания деформации основания продолжали развиваться. При этом все предельно допустимые деформации уже превышены. Например, наиболее деформированная осадочная марка получила верти-

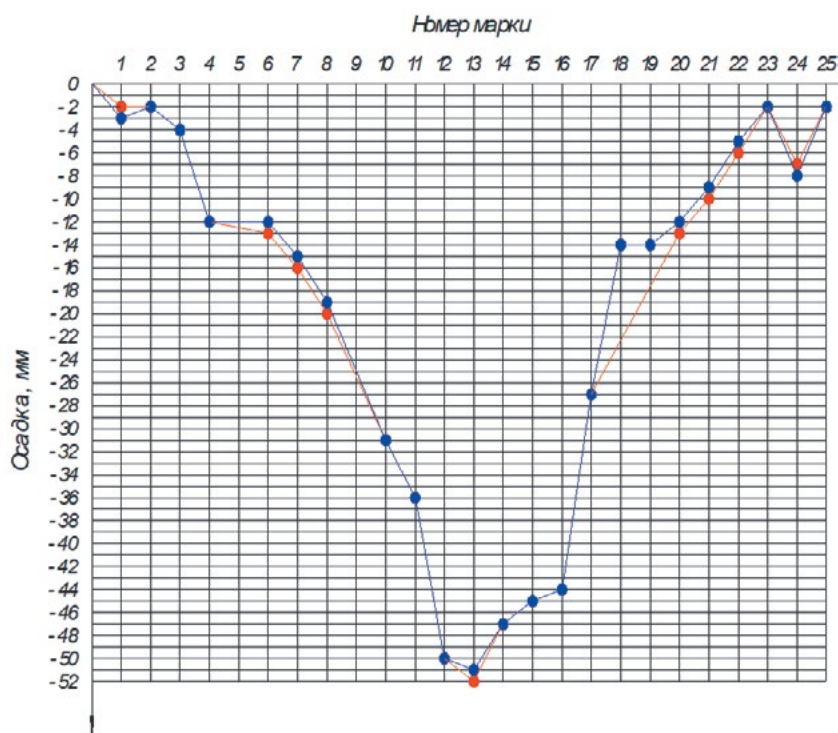


Рис. 5. Графики осадок деформационных марок, установленных вокруг существующего дома. 1-25 – осадочные марки
Fig. 5. Graphs of the sediment of deformation marks installed around the existing home. 1-25 – settlement points

кальное перемещение 52 мм (рис. 5) при допустимом значении 20 мм.

Во избежание дальнейших деформаций существующего жилого дома заказчик опять обратился к специалистам (ООО НПФ «ФОРСТ») с просьбой разработать проект усиления деформированного основания и выполнения геотехнических работ по его усилению. Была использована разрядно-импульсная геотехническая технология устройства буроинъекционных свай (сваи ЭРТ) как наиболее приемлемая для разрешения проблемных случаев в стесненных условиях. Только усиление основания фундаментов проблемного жилого дома по этой геотехнической технологии позволило предотвратить дальнейшие деформации основания, о чем свидетельствуют геотехнический прогноз и результаты геотехнического мониторинга за вертикальными перемещениями осадочных марок.

Список литературы

1. Мангушев Р.А., Никифорова Н.С., Конюшков В.В., Осокин А.И. Проектирование и устройство подземных сооружений в открытых котлованах. М.: АСВ, 2013. 256 с.
2. Мангушев Р.А., Веселов А.А., Конюшков В.В., Сапин Д.А. Численное моделирование технологической осадки соседних зданий при устройстве траншейной «стены в грунте» // *Вестник гражданских инженеров*. 2012. № 5 (34). С. 87–98.
3. Маковецкий О.А., Зуев С.С., Хусаинов И.И., Тимофеев М.А. Обеспечение геотехнической безопас-

В таблице приведены мероприятия от начала строительства до решения вопросов по усилению основания деформированного пятиэтажного жилого дома.

Выводы

1. В геотехническом строительстве в стесненных условиях пренебрежение технической целесообразностью в угоду достижению экономической эффективности в большинстве случаев приводит к нарушениям эксплуатационной надежности существующих зданий и сооружений.

2. Так называемая приобретенная «экономическая эффективность» может существенно снизиться, или окончательный проект устройства ограждения котлована в итоге окажется намного дороже первоначального. При этом гарантированно увеличатся сроки строительства.

References

1. Mangushev R.A., Nikiforova N.S., Konyushkov V.V., Osokin A.I. *Proektirovanie i ustrojstvo podzemnyh sooruzhenij v otkrytyh kotlovanah* [Design and construction of underground structures in open pits]. Moscow: ASV, 2013. 256 p.
2. Mangushev R.A., Veselov A.A., Konyushkov V.V., Sapin D.A. Numerical modeling of technological precipitation of neighboring buildings in the device trench "wall in the ground". *Vestnik grazhdanskih inzhenerov*. 2012. No. 5 (34), pp. 87–98. (In Russian).
3. Makovetsky O.A., Zuev S.S., Khusainov I.I., Timofeev M.A. Ensuring geotechnical safety of the building

- ности строящегося здания // *Жилищное строительство*. 2014. № 9. С. 34–38.
4. 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. P. 5–24.
 5. Ilyichev 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.
 6. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development. *Proc. of the 7th Int. Symp. «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground»*. 16–18 May, 2011, tc28 IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.
 7. 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. P. 338–342.
 8. 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.
 9. Triantafyllidis Th., Schafer R. Impact of diaphragm wall construction on the stress state in soft ground and serviceability of adjacent foundations. *Proceedings of the 14th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, Madrid, Spain, 22–27 September. 2007, pp. 683–688.
 10. Пономарев А.Б. Геотехнический мониторинг жилого дома // *Жилищное строительство*. 2015. № 9. С. 41–46.
 11. Соколов Н.С., Викторова С.С., Федорова Т.Г. Сваи повышенной несущей способности. *Материалы 8-й Всероссийской (2-й Международной) конференции «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции» (НАСКР-2014)*. 2014. Чебоксары: ЧГУ. С. 411–415.
 12. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Технология устройства буроинъекционных свай повышенной несущей способности // *Жилищное строительство*. 2016. № 9. С. 11–14.
 13. Соколов Н.С. Технологические приемы устройства буроинъекционных свай с многоместными уширениями // *Жилищное строительство*. 2016. № 10. С. 54–59.
 4. 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.
 5. Ilyichev 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.
 6. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development. *Proc. of the 7th Int. Symp. «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground»*. 16-18 May, 2011, tc28 IS Roma, AGI, 2011, No. 157 NIK.
 7. 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.
 8. 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.
 9. Triantafyllidis Th., Schafer R. Impact of diaphragm wall construction on the stress state in soft ground and serviceability of adjacent foundations. *Proceedings of the 14th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, Madrid, Spain. September, 22–27. 2007, pp. 683–688.
 10. Ponomarev A.B. Geotechnical monitoring of a house. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 9, pp. 41–46. (In Russian).
 11. Sokolov N.S., Viktorova S.S., Fedorova T.G. Piles of increased bearing capacity. *Materials of the 8th all-Russian (2nd International) conference «New in architecture, design of building structures and reconstruction» (NASKR-2014)*. 2014. Cheboksary: CSU, pp. 411–415. (In Russian).
 12. Sokolov N.S. With., Rabinow V.M. Technology of the piles increased the bearing capacity. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 9, pp. 11–14. (In Russian).
 13. Sokolov N.S. With. Technological methods devices bored piles with multiple caps. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 10, pp. 54–59. (In Russian).

УДК 711.01

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-31-37>

М.А. СЛЕПНЕВ, канд. техн. наук (mik-slepnev@mail.ru),
Н.В. БАКАЕВА, д-р техн. наук

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

Проектное функциональное зонирование рекреационных территорий

В результате увеличения количества жителей, проживающих в населенных пунктах происходит увеличение антропогенных нагрузок на рекреационные территории. Рекреационная нагрузка вызывает существенную деградацию природного каркаса города, а ее значение формируется планировочной структурой городской среды, определяющей распределение плотности населения в границах транспортной и пешеходной доступности от объектов рекреации. Обеспечивая сохранность рекреационных территорий, возникает необходимость работы с полной и достоверной информацией, которую возможно получить только при проведении регулярных мониторинговых исследований, направленных на сохранение природного комплекса городской среды. Пространственная организация рекреационных зон должна отвечать целям обеспечения экологического равновесия рекреационных территорий, а также формированию комфортной архитектурно-планировочной структуры и выделению наиболее значимых рекреационных образований на основе экологических и рекреационных возможностей природных территорий и потребностей населения. В связи с этим в статье представлено разработанное на основе расчетного значения рекреационной нагрузки функциональное зонирование природно-антропогенного территориального комплекса городского парка культуры и отдыха, расположенного в центральной части города Орла, которое направлено на развитие и сохранение природного каркаса в условиях сложившейся градостроительной ситуации.

Ключевые слова: антропогенная нагрузка, функциональное зонирование, природный каркас города, рекреационная нагрузка, функциональное зонирование, экологическое обеспечение.

Для цитирования: Слепнев М.А., Бакаева Н.В. Проектное функциональное зонирование рекреационных территорий // *Жилищное строительство*. 2020. № 1–2. С. 31–37. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-31-37>

M.A. SLEPNEV, Candidate of Sciences (Engineering), (mik-slepnev@mail.ru), N.V. BAKAEVA, Doctor of Sciences (Engineering)
National Research Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavskoe Highway, Moscow, 129337, Russian Federation)

Project Functional Zoning of Recreational Territories

As a result of the increase in the number of residents living in the settlements, there is an increase in anthropogenic loads on recreational areas. Recreational load causes significant degradation of the natural framework of the city, and its value is formed by the planning structure of the urban environment, which determines the distribution of population density within the boundaries of transport and pedestrian accessibility from recreational facilities. Ensuring the safety of recreational areas, there is a need to work with complete and reliable information that can only be obtained when conducting regular monitoring studies aimed at preserving the natural complex of the urban environment. The spatial organization of recreational zones should meet the goals of ensuring the ecological balance of recreational territories, as well as the formation of a comfortable architectural-planning structure and the allocation of the most significant recreational formations on the basis of the environmental-recreational opportunities of natural territories and the needs of the population. In this regard, the paper presents the functional zoning, developed on the basis of the estimated value of recreational load, of the natural-anthropogenic territorial complex of the City Park of Culture and Leisure, located in the central part of the city of Orel, which aimed at the development and preservation of the natural frame in terms of the current urban situation.

Keywords: load, functional zoning, natural framework of the city, recreational load, functional zoning, environmental support.

For citation: Slepnev M.A., Bakaeva N.V. Project functional zoning of recreational territories. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 1–2, pp. 31–37. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-31-37>

Город – это территориально ограниченная часть географической оболочки, в которой сочетаются природные и искусственные компоненты, населенные людьми, и в целом, представляет собой урбоэкосистему, задачи которой ориентирован-

ны на обеспечение трудовой деятельности населения, а также его бытовых потребностей и досуга [1]. В современном мире высокие темпы урбанизации, увеличение плотности населения диктуют необходимость разработки системного подхода в

Таблица 1
Table 1Анализ рекреационных зон г.Орла
Analysis of recreational zones of the city of Orel

Парк	Категория	Площадь, га	Наличие водоема	Расположение	Функциональное наполнение				
					Просветительская деятельность	Занятия спортом	Проведение массово-культурных мероприятий	Активность трудоспособного населения	Активность людей старшей возрастной группы
Городской парк культуры и отдыха	Городской	10,7	+	В черте города, центр города	+	+	+	+	+
Детский парк	Сад жилого района	6,5	+	В черте города, центр города	-	+	+	+	-
Мемориальный парк Писателей-Орловцев	Сад жилого района	3,1	-	В черте города, центр города	+	-	-	-	-
Ландшафтный парк «Дворянское гнездо»	Ландшафтный; сад жилого района	7	+	В черте города, запад города	+	-	-	-	-
Парк Победы	Лесопарк	35	+	В черте города, запад города	-	+	-	-	-
Семинарский парк	Сад жилого района	3,9	-	В черте города, восток города	-	-	-	-	-
Разградский парк	Районный	11,5	+	В черте города, центр города	-	+	-	+	-
Парк «Ботаника»	Городской	21	+	В черте города, юг города	-	-	-	-	-
Дендрологический парк ВНИИСПК	Дендрарий	7	-	За чертой города, север	+	-	-	-	-
Национальный парк «Орловское поле»	Национальный парк	77 тыс.	+	За чертой города, северо-запад	+	-	-	+	-

решении градостроительных задач, направленных на формирование и сохранение природного каркаса. Это выражается как в информационном, так и картографическом обеспечении, направленном на формирование устойчивой среды для жителей городов и поселений. Одним из фундаментальных принципов преобразования поселения и урбанизированных территорий в биосферосовместимые и развивающие человека служит система тройственного баланса биотехносферы [2]. Главные функции градостроительной системы должны быть направлены на изоляцию техногенных территорий, сохранение экосистем, улучшение экологической обстановки [3]. С правовой точки зрения природный каркас имеет деления на зоны: рекреации, особо охраняемых природных территорий и охраны памятников истории и культуры [4]. Формирование и развитие территориальных зон направлено в том числе и на воссоздание природных элементов территорий города, создание новых общественных пространств, разработку непрерывной ландшафтной структуры, сохранение и выявление исторических, особо охраняемых природных территорий [5]. Формирование жилых и производственных территорий, расположенных в непосредственной близости к природным зонам, негативно влияет на природные комплексы [6]. Прежде всего это сказывается на рекреационных зонах городских территорий, где рекреационная нагрузка зачастую превышает нормативную, вследствие чего влечет

за собой нарушение экологического равновесия городской экосистемы [7].

Проблема и постановка задачи исследования. В условиях развития городов важной является проблема сохранения и оздоровления окружающей среды, создание условий, благоприятных для жизнедеятельности. Одной из основных целей, поставленных в работе, явилось выявление рекреационных нагрузок и решение задач по разработке проектного функционального зонирования, направленного на сохранение природно-антропогенного территориального комплекса в сложившихся градостроительных условиях.

Результаты исследования. В результате анализа рекреационных территорий города Орла, было выявлено, что на сегодняшний день природный каркас города не сформирован в единую связанную сеть. Природные территории города находятся в окружении объектов капитального строительства представленных жилыми массивами и различными ландшафтно-рекреационными пространствами [8, 9]. В табл. 1 приведены результаты анализа рекреационных территорий г. Орла по функциональному наполнению и расположению.

Объектом исследования был определен Городской парк культуры и отдыха (ГПКиО), который в свою очередь имеет максимальные характеристики по функциональному наполнению и является самым востребованным местом отдыха для городского населения, так как расположен в центральной его

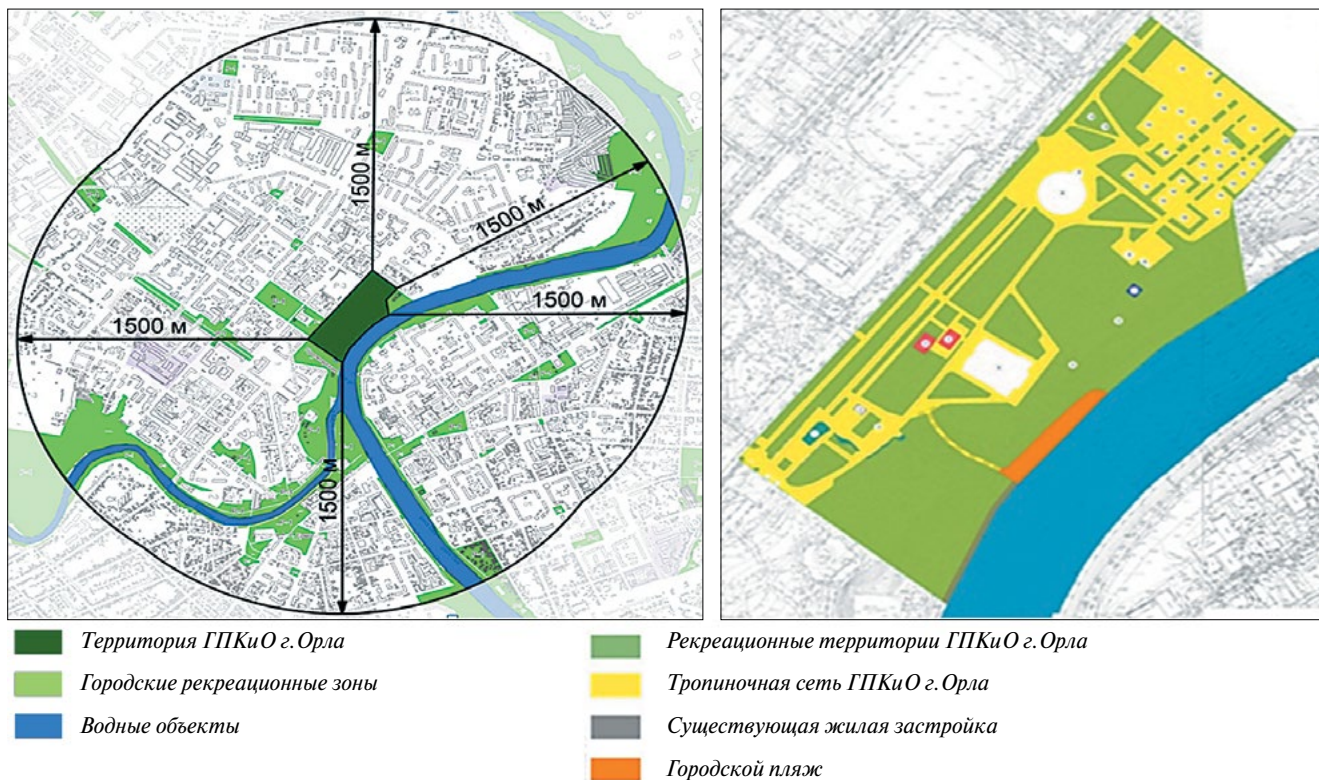


Рис. 1. Существующее архитектурно-планировочное решение ГПКиО г. Орла
Fig. 1. Existing architectural-planning solution of the City Park of Culture and Leisure of Orel

части [10]. На рис. 1 показаны городские рекреационные территории расположенные в зоне транспортной доступности от границ рассматриваемой территории. Оценивая существующее архитектурно-планировочное решение ГПКиО г. Орла, можно видеть, что установленный режим использования территории не выполняется, а сама территория испытывает деградацию [11].

Вдоль западной стороны рассматриваемой территории проходит магистральная улица районного значения – улица Максима Горького. Восточная часть граничит с улицей местного значения – улицей Коммуны. На рис. 2 можно видеть, что в зоне шаговой доступности сконцентрировано большое количество остановок городского наземного пассажирского транспорта (ГНПТ), которые пользуются большим спросом, так как расположены на территории общественного и исторического центра города.

Методом натурного наблюдения были проанализированы основные движения потоков посетителей ГПКиО. На сегодняшний день территория Городского парка культуры и отдыха выполняет функции, направленные на обеспечение рекреационных потребностей жителей города [12]. На территории проводится большое количество культурно-массовых мероприятий для различных возрастных категорий, однако территория парка находится в неудовлетворительном состоянии. Отсутствие бла-

гоустройства, сформированной тропиной сети, контроля режима использования территорий ведет к увеличению рекреационных нагрузок и изменению ландшафтно-рекреационных пространств [13]. Для определения потенциального количества посетителей в условиях сложившейся градостроительной ситуации в работе учитывалась доступность территории жилых микрорайонов и кварталов, расположенных в зоне шаговой и транспортной доступности, принятой по проекту равной 500 и 1500 м соответственно [14, 15]. На рис. 3 показаны территории жилой застройки, расположенные в границах транспортной доступности рассматриваемого объекта исследования.

Расчет количества жителей, проживающих в радиусе доступности 500 м от границ рассматриваемой территории, проводился по квартирному фонду, представленному многоэтажной, среднеэтажной, малоэтажной и индивидуальной застройкой [16]. Расчетное значение жителей составило 13,6 тыс. чел.

По формуле (1) определено значение рекреационных нагрузок на 1 га площади рассматриваемой территории:

$$P=X/S, \quad (1)$$

где P – рекреационная нагрузка на 1 га территории; S – площадь территории (10,67 га); X – количество

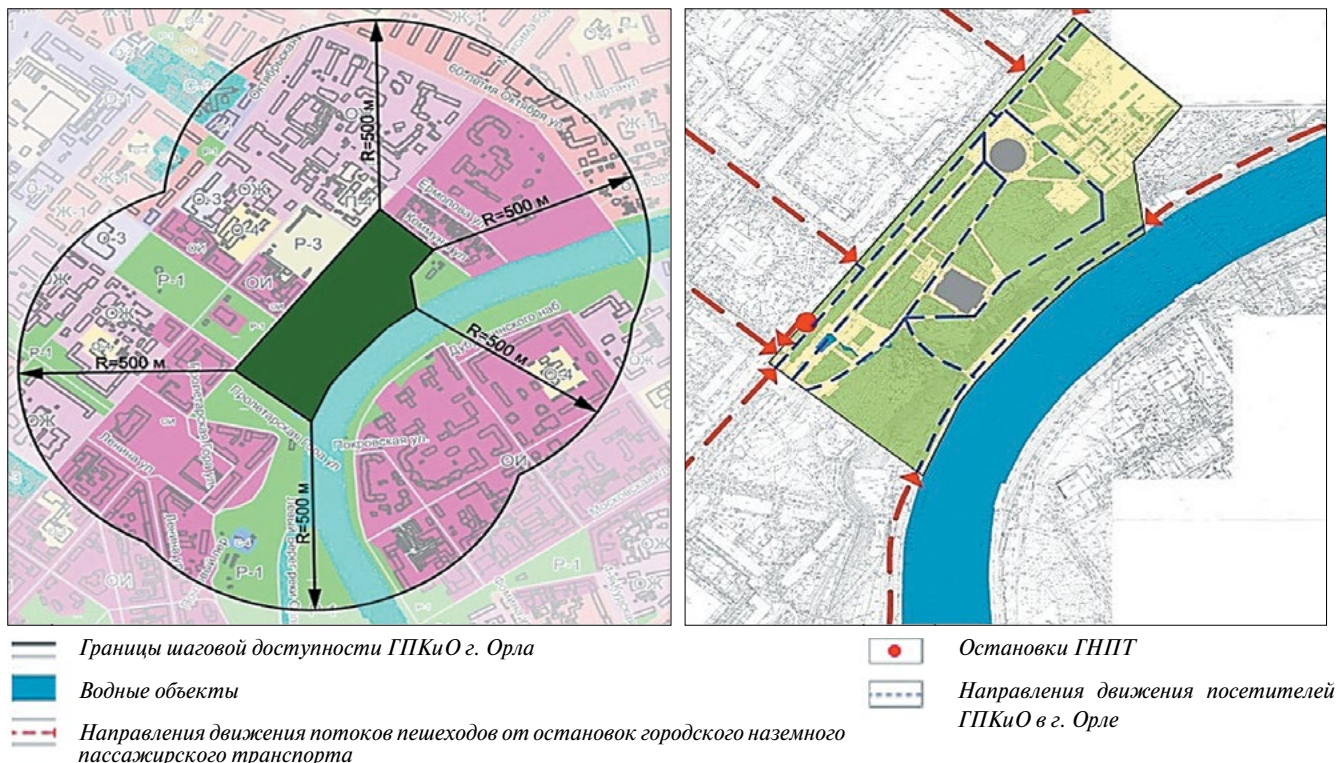


Рис. 2. Основные направления движения пешеходов от остановок ГНПТ в зоне шаговой доступности территории ГПКиО г. Орла
Fig. 2. Main directions of pedestrian traffic from urban ground passenger transport stops in the area of walking distance of the territory of City Park of Culture and Leisure of Orel

человек, проживающих в границах пешеходной доступности.

Рекреационная нагрузка составила 1275 человек, что превышает максимальное значение, установленное в СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01–89», для данной категории парка более, чем в 12 раз.

Для определения посетителей парка из числа всех жителей, проживающих в границах пешеходной доступности, воспользуемся формулой 2, по которой можно определить, при каком проценте посетителей рекреационная нагрузка будет оставаться в пределах нормативного значения:

$$Z = (P \cdot 100\%) / X, \quad (2)$$

где Z – допустимый процент посетителей от числа проживающих жителей в пределах доступности от границ парка; P – допустимое количество посетителей парка, обеспечивающее максимально допустимое значение рекреационной нагрузки; X – общее число потенциальных посетителей, проживающих в радиусе пешеходной доступности.

$$Z = (1275 \cdot 100\%) / 13602 = 9,3\%.$$

Полученное значение показывает, что рекреационная нагрузка будет оставаться в пределах норма-

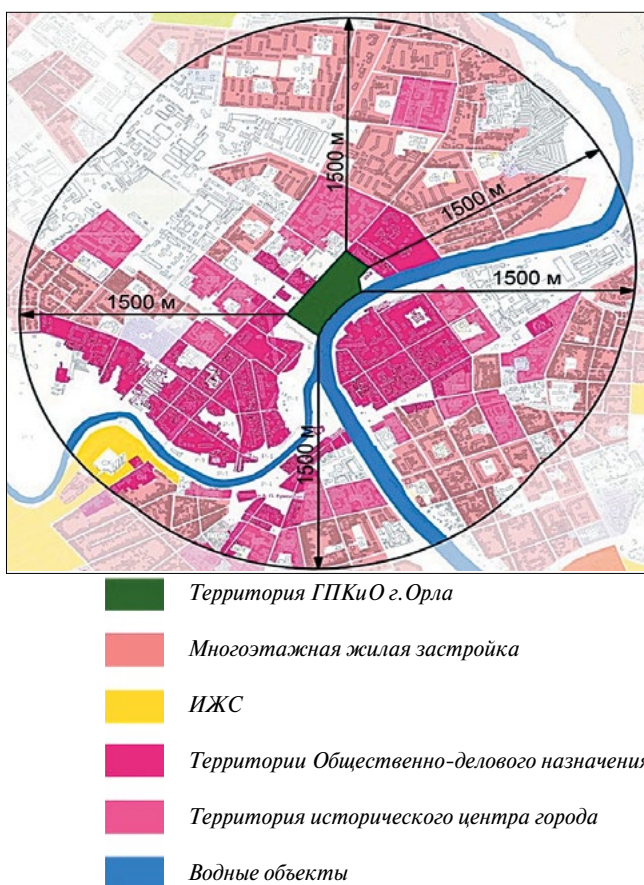


Рис. 3. Жилые зоны транспортного обслуживания 1500 м от границ ГПКиО в г. Орла
Fig. 3. Residential areas of transport services, 1500 m from the borders of the City Park of Culture and Leisure in Orel

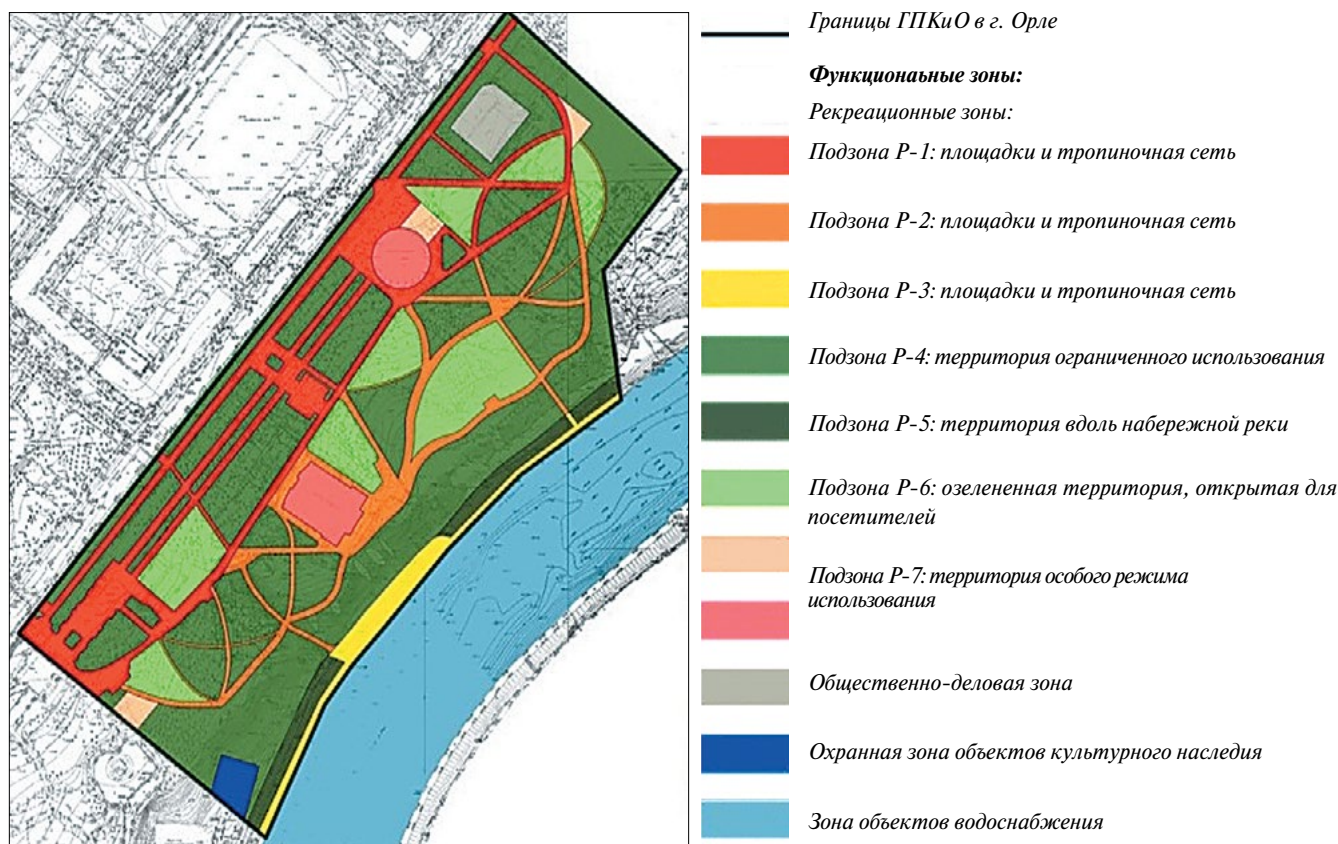


Рис. 4. Проектное функциональное зонирование ГПКиО г. Орла
Fig. 4. Project functional zoning of the City Park of Culture and Leisure in Orel

тивной при условии, если количество посетителей не будет превышать 9,3% от числа жителей, проживающих в радиусе шаговой доступности.

По результатам расчетных данных было предложено функциональное зонирование, направленное на сохранение природно-антропогенного территориального комплекса ГПКиО г. Орёл, на охрану

естественных ландшафтов вдоль водного объекта [17]. Проектное функциональное зонирование представленное на рис. 4, включает в себя четыре основные зоны:

- рекреационная;
- буферная;
- общественно-деловая;
- зона особого режима использования.

В свою очередь, рекреационная зона делится на подзоны: Р1–3: площадки и дорожки; Р–4: территории, недоступные для посещений; Р5–6: территории вдоль набережной, открытые для посетителей; Р–7: территория особого режима использования.

В проектном функциональном зонировании были приняты значения максимально допустимых рекреационных нагрузок, а также максимально допустимое количество посетителей с учетом площади используемой территории. В табл. 2 представлены значения допустимых рекреационных нагрузок, установленных для каждой из подзон.

На подзоне Р–1 располагаются площадки и дорожки первой основной территории парка, которая будет использована как буферная зона с максимальными рекреационными нагрузками, не превышающими значения 300 чел./га. Подзона Р2–3 концентрирует площадки и линейные объ-

Таблица 2
Table 2

Допустимая рекреационная нагрузка функциональных зон ГПКиО г.Орла
Permissible recreational load of functional of the City Park of Culture and Leisure of Orel

Функциональная зона, подзона		Площадь, га	Допустимая рекреационная нагрузка, чел./га	Максимальное количество посетителей, чел.
Р-1:	площадки и тропинопная сеть	1,76	300	528
Р-2:		0,87	200	174
Р-3:		0,35	100	35
Р-4: территория ограниченного использования		5,41	1	5
Р-5: территория вдоль набережной реки		0,29	100	29
Р-6: озелененная территория, открытая для посетителей		1,33	200	266
Р-7: территория особого режима использования		0,12	300	36

екты второй основной территории парка; проектируется как рекреационная территория, открытая для посещений с рекреационной нагрузкой, не превышающей 200 чел./га. Р–4 территория ограниченного режима использования, направленная на сохранение существующего ландшафта. Зона Р5–6 проектируется как озелененная территория вдоль набережной реки Оки, территория которой представляет собой открытый для отдыха посетителей полигональный объект. Подзона Р–7 и это территория особого режима использования с возможностью передачи земли в аренду, для которой требуется дополнительная разработка градостроительных регламентов по использованию и обустройству данной территории.

Выводы. Использование природных территорий жителями городов и поселений, ведет к увеличению рекреационных нагрузок, которые вызывают существенную деградацию природного комплекса города, а ее значение определяется планировочной структурой городской застройки. Определение допустимых рекреационных нагрузок на территорию парка, разработка функционального зонирования,

формирование точек тяготения посетителей и организация связей между ними и новыми маршрутами позволят обеспечить устойчивое развитие территории Городского парка культуры и отдыха в г. Орёл.

Потенциальное количество посетителей, расчет которого необходимо проводить по фактическому жилому фонду рекреационных зон, напрямую связано с количеством проживающего населения в границах шаговой доступности от природно-антропогенного территориального комплекса.

При разработке проектной документации по развитию новых территорий следует формировать планировочную структуру с учетом обеспечения требований допустимого рекреационного воздействия. Для комплексной оценки состояния компонентов окружающей среды необходимо осуществлять периодический регулярный контроль в процессе всего технологического периода жизни природного объекта.

Полученные результаты возможно использовать при разработке проектов планировки территорий жилых микрорайонов кварталов, граничащих с территориями природно-антропогенных территориальных комплексов.

Список литературы

1. Краснощекова Н.С. Формирование природного каркаса в генеральных планах городов. М.: Архитектура-С, 2010. 182 с.
2. Ильичев В.А., Емельянов С.Г., Колчунов В.И., Бакаева Н.В. Инновационная практика в городах и доктрина градоустройства // *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*. 2014. № 3. С. 3–18.
3. Щербина Е.В., Маршалкович А.С., Зотова Е.А. Устойчивое развитие сельских поселений: Значение экологических факторов // *Экология урбанизированных территорий*. 2018. № 2. С. 73–83.
4. Щербина Е.В., Слепнев М.А. Система градостроительных регламентов для обеспечения устойчивого развития территорий // *Научное обозрение*. 2016. № 6. С. 240–244.
5. Попов А.В., Слепнев М.А. Повышение экологических параметров архитектурно-градостроительной среды посредством применения фито-металлических конструкций // *Экология урбанизированных территорий*. 2018. № 3. С. 114–117.
6. Страшнова Л.Ф., Страшнова Ю.Г., Воинова А.В., Полевая О.Р. Создание туристско-рекреационных зон на Северо-западе столицы // *Архитектура и строительство Москвы*. 2009. № 5. С. 10–20.

References

1. Krasnoshchekova N.S. Formirovanie prirodnogo karkasa v general'nykh planakh gorodov [The formation of the natural framework in the master plans of cities]. Moscow: Arhitektura-S, 2010. 182 p.
2. Ilichev V.A., Emelyanov S.G., Kolchunov V.I., Bakayeva N.V. Innovative practice in cities and the doctrine of urban planning. *Biosfer'naya sovmetimost': Chelovek, region, tekhnologii*. 2014. No. 3, pp. 3–18. (In Russian).
3. Scherbina E.V., Marshalkovich A.S., Zotova E.A. Sustainable Rural Development: The Importance of Environmental Factors. *Ekologiya urbanizirovannykh territorii*. 2018. No. 2, pp.73–83. (In Russian).
4. Scherbina E. V., Slepnev M.A. The system of urban planning regulations to ensure sustainable development of territories. *Nauchnoe obozrenie*. 2016. No. 6, pp. 240–244. (In Russian).
5. Popov A.V., Slepnev M.A. Improving the environmental parameters of the architectural and urban planning environment through the use of phyto-metal structures. *Ekologiya urbanizirovannykh territorii*. 2018. No. 3, pp. 114–117. (In Russian).
6. Strashnova L.F., Strashnova Yu.G., Voinova A.V., Polevaya O.R. Creation of tourist and recreational areas in the North-West of the capital. *Arkhitektura i stroitel'stvo Moskvy*. 2009. No. 5, pp. 10–20. (In Russian).
7. Slepnev M.A. The value of the recreational load with functional zoning of a PATK. *Ekologiya ur-*

7. Слепнев М.А. Значение рекреационной нагрузки при функциональном зонировании ПАТК // *Экология урбанизированных территорий*. 2017. № 4. С. 48–54.
8. Горбенкова Е.В., Щербина Е.В. Методические подходы моделирования развития сельских поселений // *Вестник МГСУ*. 2017. № 10 (109). Т. 12. С. 1107–1114.
9. Корсак М.В. Формирование экологически устойчивой Городской среды средствами ландшафтной архитектуры // *Вестник ПГУ*. 2017. № 2 (56). С. 136–143.
10. Слепнев М.А., Филякова Е.И. Оценка рекреационной нагрузки городского парка культуры и отдыха город Орел // *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*. 2019. № 3 (27). С. 101–110.
11. Слепнев, М.А., Попов А.В. Экологическая емкость городских природно-антропогенных территориальных комплексов // *Жилищное строительство*. 2019. № 3. С. 57–60. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-3-57-60>
12. Бакаева Н.В., Черняева И.В. Вопросы озеленения городской среды при реализации функций биосферосовместимого города // *Строительство и реконструкция*. 2018. № 2 (76). С. 85–94.
13. Енин А.Е., Грошева Т.И. Системный подход к реконструкции ландшафтно-рекреационных пространств // *Строительство и реконструкция*. 2017. № 4 (72). С. 101–109.
14. Филиппов В.Н., Кисельникова Д.Ю., Предельные параметры застройки жилых зон. К вопросу о совершенствовании ПЗЗ Новосибирска // *Жилищное строительство*. 2018. № 11. С. 29–32.
15. Щербина Е.В., Данилина Н.В., Маршалкович А.С. Научно-методические основы построения модуля «Проектирование устойчивой городской среды» в процессе обучения бакалавров и магистров по направлению «Градостроительство» // *Экология урбанизированных территорий*. 2015. № 1. С.70–74.
16. Щербина Е.В., Маршалкович А.С., Зотова Е.А. Устойчивое развитие сельских поселений: Значение экологических факторов // *Экология урбанизированных территорий*. 2018. № 2. С. 73–83.
17. Кочуров Б.И., Ивашкина И.В., Хазиахметова Ю.А. Москва как урбогеосистема: Исследование комфортности и безопасности городской среды // *Экология урбанизированных территорий*. 2018. № 2. С. 35–41.
- banizirovannykh territorii. 2017. No. 4, pp. 48–54. (In Russian).
8. Gorbenkova E.V., Scherbina E.V. Methodological approaches to modeling the development of rural settlements. *Vestnik MGSU*. 2017. No. 10(109), Vol. 12, pp. 1107–1114. (In Russian).
9. Korsak M.V. The formation of an environmentally sustainable urban environment by means of landscape architecture. *Vestnik PGU*. 2017. No. 2 (56), pp. 136–143. (In Russian).
10. Slepnev M.A., Filyakova E.I. Assessment of the recreational load of the city park of culture and recreation Oryol city. *Biosfernaya sovместimost': Chelovek, region, tekhnologii*. 2019. No. 3 (27), pp. 101–110. (In Russian).
11. Slepnev M.A., Popov A.V. Ecological capacity of urban natural and anthropogenic territorial complexes. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2019. No. 3, pp. 57–60. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-3-57-60> (In Russian).
12. Bakaeva N.V., Chernyaeva I.V. Issues of greening the urban environment in the implementation of the functions of a biosphere-compatible city. *Stroitel'stvo i rekonstruktsiya*. 2018. No. 2 (76), pp. 85–94. (In Russian).
13. Enin A.E., Grosheva T.I. A systematic approach to the reconstruction of landscape and recreational spaces. *Stroitel'stvo i rekonstruktsiya*. 2017. No. 4 (72), pp. 101–109. (In Russian).
14. Filippov V.N., Kiselnikova D.Yu., Limit parameters of development of residential areas. To the question of improving the PZZ of Novosibirsk. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 11, pp. 29–32. (In Russian).
15. Scherbina E.V., Danilina N.V., Marshalkovich A.S. Scientific and methodological foundations of the module “Designing a Sustainable Urban Environment” in the process of training bachelors and masters in the direction of “Urban Planning”. *Ekologiya urbanizirovannykh territorii*. 2015. No. 1, pp. 70–74. (In Russian).
16. Shcherbina E.V., Marshalkovich A.S., Zotova E.A. Sustainable development of rural settlements: The importance of environmental factors. *Ekologiya urbanizirovannykh territorii*. 2018. No. 2, pp. 73–83. (In Russian).
17. Kochurov B.I., Ivashkina I.V., Khaziakhmetova Yu.A. Moscow as an urban geosystem: A study of the comfort and safety of the urban environment. *Ekologiya urbanizirovannykh territorii*. 2018. No. 2, pp. 35–41. (In Russian).

СТИМ ЭКСПО

18-21 марта
ВЫСТАВКА

КОМПЛЕКС РЕШЕНИЙ ДЛЯ СТРОЙКИ И РЕМОНТА

СТРОИТЕЛЬСТВО. АРХИТЕКТУРА — **ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ**

4 000 м²

МАЛОЭТАЖНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ

8 000 СПЕЦИАЛИСТОВ — **БОЛЕЕ 100 ВЕДУЩИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ** — **50 КОНФЕРЕНЦИЙ И СЕМИНАРОВ**

Выставка «СТИМэкспо» – ЭТО УНИКАЛЬНАЯ ВОЗМОЖНОСТЬ:

- УВЕЛИЧИТЬ ПРОДАЖИ И РАСШИРИТЬ ИХ ГЕОГРАФИЮ
- НАЙТИ ПРОВЕРЕННЫХ ПОСТАВЩИКОВ
- ПРЕЗЕНТОВАТЬ СВОЙ ПРОДУКТ

Ростов-на-Дону, пр. Нагибина, 30 ☎ (863) 268-77-68; www.stimexpo.ru

ДОМ ЭКСПО ЦЕНТР
ВЫСТАВКИ И СОБЫТИЯ

28-30
МАЯ

**ПРИГЛАШАЕМ
К УЧАСТИЮ**

**Крым.
Деревянное
строительство**

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

📍 г. Симферополь, ул. Набережная, 75 В,
ТЦ «Гагаринский»

☎ т.: +7 978 78 178 83, +7(3652) 500 864
marketing@expoforum.biz expoforum.biz

**ФОРУМ КРЫМСКИЕ
ВЫСТАВКИ**



90 лет Павлу Николаевичу Умнякову

В январе 2020 г. исполнилось 90 лет доктору технических наук, профессору Павлу Николаевичу Умнякову.

Работая в НИИ строительной физики Госстроя СССР (1956–1977 гг.), он прошел путь от научного сотрудника до руководителя Центральной лаборатории теплофизических исследований. Участвовал во внедрении новых конструкций стен в Анадыре, Иркутске, Норильске, Мирном и на побережье Чукотки.

Научный авторитет и уважение среди профессионалов позволили ему обосновать применение оптимальных показателей тепловой защиты и ряда новых строительных материалов.

В течение 40 лет Павел Николаевич возглавлял кафедру «Экологии, промэнергетики и безопасности жизнедеятельности» в Российском заочном институте текстильной и легкой промышленности (Москва). Он автор более 250 научных работ, пяти монографий, ряда учебников и учебных пособий. Ему благодарны сотни студентов и аспирантов, которым он дал путевку в профессиональную жизнь и науку.

Воспитанники Павла Николаевича чтят его патриотизм, широкую эрудицию, педагогическое мастерство, умение сочетать научную принципиальность и человеческую доброжелательность.

Редакция и редакционный совет поздравляют уважаемого Павла Николаевича со славным юбилеем и желают новых творческих успехов и идей, долгих лет жизни – счастья Вам и вашим близким!

УДК 7.04

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-39-43>

П.Н. УМНЯКОВ, д-р техн. наук

Институт искусства реставрации (105037, г. Москва, городок им. Баумана, д. 3, корп. 4)

Конструктивное решение для сохранения икон на деревянной основе в храмах Древней Руси

Устройство современной системы отопления в храме Святителя Николая Чудотворца в Старом Ваганькове (Москва) привело к тому, что некоторые иконы оказались расположенными на стенах над отопительными приборами. В результате воздействия восходящих неизотермических теплых струй воздуха от отопительных приборов температура поверхности иконы повышается. Также в зависимости от количества прихожан происходит изменение температуры и относительной влажности воздуха в храме, что приводит к колебанию равновесной влажности древесины. В результате периодических изменений деформируется деревянная основа икон, на их лицевой поверхности появляются трещины и происходит разрушение живописного слоя. Для обеспечения сохранности древних икон предложено конструктивное решение подиконника, позволяющего понизить температуру на поверхности икон и обеспечить их сохранность. Предлагаемое конструктивное решение целесообразно использовать не только в храмах. Оно найдет применение в картинных галереях, выставочных залах и музеях, если полотна картин расположены над отопительными приборами.

Ключевые слова: температурно-влажностный режим, усушка, набухание, относительная влажность, деревянная основа, икона, отопительный прибор, деформация.

Для цитирования: Умняков П.Н. Конструктивное решение для сохранения икон на деревянной основе в храмах древней Руси // *Жилищное строительство*. 2020. № 1–2. С. 39–43.

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-39-43>

P.N. UMNYAKOV, Doctor of Sciences (Engineering)
Restoration Art Institute (3, block 4, Gorodok imeni Baumana, Moscow, 105037, Russian Federation)

A Constructive Solution for Preserving Icons on a Wooden Base in the Temples of Ancient Russia

The installation of a modern heating system in the Church of St. Nicholas the Wonderworker in Old Vagankovo (Moscow) led to the fact that some of the icons were located on the walls above the radiators. As a result of exposure to ascending non-isothermal warm air streams from radiators, the temperature of the

surface of the icons, facing the interior of the church, rises significantly. This causes deformation of the wooden base of the icons, its shrinkage due to the absence of parishioners in the church and the swelling of wood during church services. As a result of periodic changes in the size of the wooden base of the icons, cracks appear on their front surface and the pictorial layer of icons is destroyed. To ensure the safety of ancient icons, a constructive solution is proposed for the podikonnik (protective horizontal board (wooden, plastic, or stone) under icon over heater), which makes it possible to lower the temperature on the surface of the icons and ensure their safety. It is advisable to use the proposed design solution not only in temples. It will be used in art galleries, exhibition halls and museums if the paintings are located above the heating devices.

Keywords: temperature-humidity conditions, shrinkage, expansion (swelling) of wood, relative humidity, wooden base, icon, radiator, deformation.

For citation: Umnyakov P.N. A constructive solution for preserving icons on a wooden base in the temples of ancient Russia. *Zhiliishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 1–2, pp. 39–43. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-39-43>

Одним из исторических памятников культурного наследия в Москве является храм Святителя Николая Чудотворца в Старом Ваганькове. Он построен в 1531 г. князем Василием III, праправнуком Дмитрия Донского, недалеко от Московского Кремля. На протяжении нескольких веков в нем неоднократно происходили перестроечные и реставрационные работы. Так, в 1782 г. была построена каменная колокольня, в 1792 г. из известковых крупных блоков вокруг храма была установлена ограда, сохранившаяся до наших дней. Система печного отопления в подклете в зимний период обогревала поверхность пола и создавала благоприятные температурные условия для прихожан. Прихожанами храма в свое время были писатели Н.В. Гоголь и М.П. Погодин [1].

В 1924 г. храм закрыли и в 1926 г. из него вывезли церковное имущество, колокола были сброшены и разбиты. Помещение храма сначала было приспособлено под склад, а потом в нем разместили бумагорезательные станки.

В 1992 г. храм Святителя Николая трудами небольшого количества людей, особенно священника Виктора (Шишкина) и отца Евгения (Семенова) был восстановлен. В 1993 г. возвращен Русской Православной церкви и освящен на Великую Субботу [1].

В интерьере храма Святителя Николая Чудотворца в Старом Ваганькове на северной стене между двумя окнами в стенном проеме расположены икона святителя пророка Ильи (рис. 1) и несколько выше икона с образами святых – целителя Пантелеимона, мученицы царевны Варвары и великомученика Георгия. На фотографии видно, что под иконами находится отопительный прибор. При таком расположении иконы через некоторое время после ее реставрации на лицевой поверхности появились трещины, свидетельствующие о том, что происходит деформация элементов деревянного основания (рис. 2, 3), состоящего из склеенных между собой деревянных досок (брусков). Это вызвано тем, что поднимающаяся от отопительного прибора теплая неизотермическая восходящая струя омывает деревянную поверхность иконы и она под действием более высокой температуры нагревается и немного деформируется. При этом происходит испарение влаги из поверхностного слоя иконы, в результате чего она деформируется еще больше.

И важно отметить, что этот теплофизический процесс происходит в течение всего отопительного периода. Такие деформации деревянной основы икон

и разрушение лицевого, расписанного масляными красками слоя могут наблюдаться и в других храмах.

Возникшая проблема в современных храмах потребовала проведения ряда теплофизических исследований, позволяющих на их основе разработать практические инженерно-конструктивные решения, обеспечивающие сохранность икон [2, 3].

Определим температуру неизотермической струи вдоль поверхности иконы по формуле [4]

$$t_{\text{стру}} = t_{\text{в.ик}} + 0,3 (t_{\text{в.отп}} - t_{\text{в.ик}})(y/h)^{-0,145}, \quad (1)$$

где $t_{\text{в.ик}}$ – температура на поверхности иконы, °С; $t_{\text{в.отп}}$ – средняя температура отопительного прибора, °С; y – расстояние от середины отопительного прибора до поверхности иконы, м; h – высота иконы, м.

Воспользуемся результатами экспериментальных исследований температуры, полученной на поверхности иконы. Так, при средней температуре отопительного прибора 55,6 °С фиксировались следующие показатели:

- по центральной нижней части иконы при температуре в воздушной струе 37,9°С температура на поверхности составила 30,8°С;
- по центральной средней части иконы при температуре в воздушной струе 36,9°С температура на поверхности составила 30°С;
- по центральной верхней части иконы при температуре в воздушной струе 36,08°С температура на поверхности составила 29,2°С.

Температура в левой части иконы по высоте соответственно 30,4; 29,7; 28,9°С и в правой части – 32; 30,8; 30,8°С.



Рис. 1. Северная стена храма с расположенными под иконами отопительными приборами

Fig. 1. The Northern wall of the Temple with heating devices located under the icons



Рис. 2. Икона Целителя Пантелеймона с деформациями деревянной основы
Fig. 2. Icon of Saint Panteleimon the Healer with deformations of the wooden base

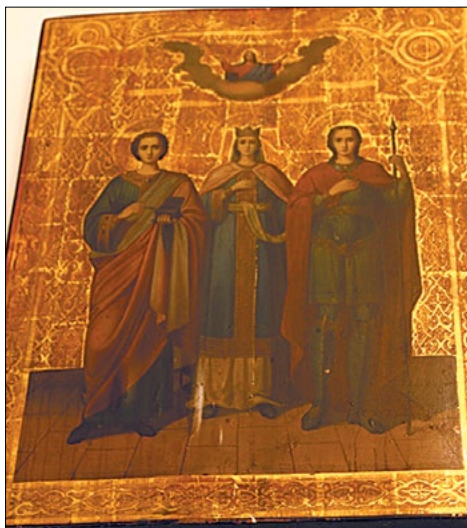


Рис. 3. Икона Мученицы царевны Александры и Великомученика Георгия с деформациями деревянной основы и разрушением лицевого слоя
Fig. 3. Icon of the Martyr Princess Alexandra and the Great Martyr George with deformations of the wooden base and destruction of the facial layer



Таким образом, проведенные исследования подтвердили, что характер распределения температуры на поверхности иконы зависит от температуры восходящей неизотермической теплой струи от отопительного прибора, вызывая при этом ее неравномерное распределение по лицевой поверхности. В результате происходит испарение влаги и уменьшение влагосодержания деревянной основы иконы до ее равновесного состояния. Снижение равновесной влажности древесины приводит к ее усушке, повышение – к разбуханию. Эти процессы усушки – разбухания в условиях нахождения икон в помещении храма происходят постоянно.

Состояние равновесной влажности древесины икон ω_p зависит от температуры внутреннего воздуха t_v и относительной влажности окружающей икону воздушной среды ϕ_v , которое можно записать зависимостью $\phi_p = f(t_v, \phi_v)$. Ее величину можно найти по диаграмме равновесной влажности древесины [5], которая позволяет определить равновесную влажность (рис. 4). Этот процесс сопровождается удалением воды из промежутков между целлюлозными молекулами целлюлозы и микроцеллюлозы, которое приводит к сжатию древесины поперек волокон.

Величину усушки, отнесенную к 1% уменьшения влаги, характеризуют коэффициентом тангенциальной K_t , радиальной K_r усушки древесины. По ним можно определить усушку образцов деревянных элементов, выполненных из ели и сосны (табл.1) [5].

На основе диаграммы равновесной влажности (рис. 4) для определения влажностного состояния деревянной иконы примем, что в соответствии со стандартом АВОК (Стандарт АВОК 2–2004 «Храмы Православные. Отопление, вентиляция и кондиционирование». М.: АВОК, 2004. 68 с.) в помещении храма при $t_v = 16^\circ\text{C}$ относительная влажность воздуха должна колебаться в пределах от 30 до 55%. При

этом равновесная влажность древесины в зависимости от количества прихожан будет повышаться до $\omega_{\max} = 11\%$ и понижаться до $\omega_{\min} = 7\%$.

Как показали проведенные исследования, при большом количестве прихожан температура воздуха в храме повышается с 20 до 25°C и относительная влажность с 30 до 70%, с 30 до 75% или с 50 до 75%. Соответственно максимальная равновесная влаж-

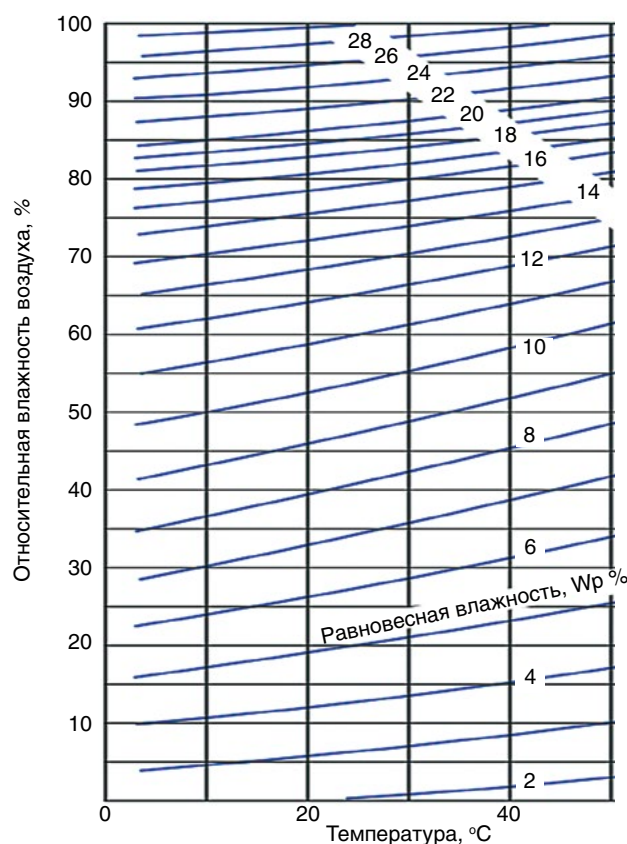


Рис. 4. Диаграмма равновесной влажности древесины
Fig. 4. Chart of equilibrium moisture content of wood

Таблица 1
Table 1

Коэффициент усушки древесины
The coefficient of shrinkage of wood

Порода древесины	Плотность в абсолютно сухом состоянии	Коэффициент усушки, %, на 1% влажности древесины	
		радиальный K_p	тангенциальный K_t
Сосна	480	0,16	0,28
Ель	440	0,13	0,22
	430	0,15	0,27

ность составляет $\omega_{\max} = 13,5\%$ и $\omega_{\max} = 14,9\%$ и минимальная равновесная влажность $\omega_{\min} = 6,8\%$ и $\omega_{\min} = 9,7\%$.

Колебания температуры t_v и относительной влажности ϕ_v воздуха в помещении храма в отопительный период происходят ежесуточно – днем и ночью. Особенно резкие амплитуды колебания наблюдаются в праздничные дни, при которых равновесная влажность древесины икон ω_{\min} может достичь своего максимального ω_{\max} значения. Так при условиях $\omega_{\min} > \omega_{\max}$ происходит набухание древесины и при условиях $\omega_{\max} > \omega_{\min}$ происходит ее усушка. Процесс усушки древесины можно представить как

$$\omega_{yc} = K (\omega_{\max} - \omega_{\min}), \quad (2)$$

а процесс набухания древесины,

$$\omega_{наб} = K (\omega_{\min} - \omega_{\max}), \quad (3)$$

где K – коэффициент усушки или набухания древесины (табл. 1).

Результаты расчетов изменения размеров деревянной иконы в зависимости от равновесной влажности деревянной основы размером $1000 \times 600 \times 20$ мм приведены в табл. 2.

Проведенные исследования показали, что размер иконы при усушке деревянной основы в тангенциальном направлении изменяется в пределах от 6,72 до 13,26 мм и фактическая ширина иконы колеблется от 593,28 до 586,74 мм. В радиальном направлении от усушки древесины размеры изменяются от 3,84 до 7,56 мм и фактическая ширина колеблется от 596,16 до 592,44 мм.

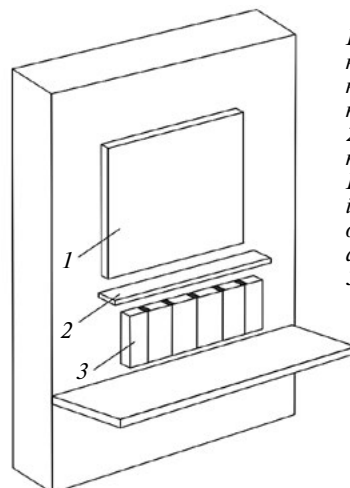


Рис. 5. Конструктивное решение установки подиконника у наружной стены над отопительным прибором: 1 – икона; 2 – подиконник; 3 – отопительный прибор

Fig. 5. Design solution for installing a podikonnik at the outer wall above the heating device: 1 – icon; 2 – podikonnik; 3 – heating device

При таких колебаниях равновесной влажности в деревянной основе иконы, которые происходят в течение всего отопительного периода в дневное и ночное время, произойдет усушка древесины иконы. В результате усушки становится видно, что деревянная основа иконы состоит из склеенных брусков или досок.

Одним из конструктивных решений, позволяющих понизить температуру на лицевой поверхности деревянной иконы, по предложению автора может быть устройство между поверхностью отопительного прибора и нижней части иконы – подиконника (рис. 5). Как показали проведенные исследования с шириной подиконника 50, 100 и 120 мм за оптимальный размер конструктивной ширины подиконника целесообразно принимать 50–70 мм. Для подиконника можно использовать деревянные и пластиковые доски, а также натуральный и искусственный камень. При его установке восходящая неизотермическая теплая струя от отопительного прибора не будет обтекать поверхность иконы, а будет направлена внутрь помещения. Это конструктивное решение создаст благоприятные тепловые условия у поверхности иконы и сохранит в интерьере храма произведения древних иконописцев.

При этом надо отметить, что слова подиконник в лексиконе русского языка не было. Также ранее не рассматривалось такое конструктивное решение [6, 7]. При подготовке статьи, обсуждая ряд возникших

Таблица 2
Table 2

Величина усушки, %, и размеров иконы
The amount of shrinkage, %, and the size of the icon

Направление усушки	Равновесная влажность, %		Степень усушки, %	Изменение ширины, мм	Фактическая ширина после усушки, мм
	максимальная	минимальная			
Тангенциальное	11	7	0,28(11–7)=1,12	600(1,12/100)=6,72	600–6,72=593,28
	13,5	6,8	0,28(13,5–6,8)=1,87	600(1,87/100)=11,22	600–11,22=588,78
	14,9	9,7	0,28(14,9–9,7)=1,45	600(1,45/100)=8,7	600–8,7= 591,1
	14,9	7	0,28(14,9–7)=2,21	600(2,21/100)=13,26	600–13,26=586,74
Радиальное	11	7	0,16(11–7)=0,64	600(0,64/100)=3,84	600–3,84=596,16
	13,5	6,8	0,16(13,5–6,8)=1,07	600(1,07/100)=6,42	600–6,42=593,58
	14,9	9,7	0,16(14,9–9,7)=0,83	600(0,83/100)=4,98	600–4,98=595,02
	14,9	7	0,16(14,9–7)=1,26	600(1,26/100)=7,56	600–7,56=592,44

технических вопросов с настоятелем храма Николая Чудотворца в Старом Ваганькове отцом Борисом (Даниленко), посчитали, что данное конструктивное решение соответствует названию *подиконник*.

В толковом словаре живого русского языка (В.И. Даль. Толковый словарь живого великорусского языка. Т. 3. М.: Русский язык, 1989. 555 с.) слова *подиконник* нет, приводятся слова *подокно* – красный угол в избе, где стоят иконы, и *подоконник*, *подоконок*, *подоконье*, *подокнище* – доска, плита, наложенная сверху нижнего косяка (колоды, закладной рамы) окна с выступом наружу и внутрь.

В словаре русского языка Академии наук СССР (Словарь русского языка. АН СССР. Институт русского языка. М.: Гос. изд-во иностранных и национальных словарей. 1959. 991 с.) слово *подиконник* также отсутствует. Есть слово *подоконник* – широкая доска или каменная плита, заделанная в нижнюю часть оконного проема, и *подоконье* – часть стены под окном, или то же, что и подоконник.

Проведенные теплотехнические исследования при наличии *подиконника* шириной 50 мм позволили получить на лицевой поверхности иконы святого пророка Ильи при средней температуре поверхности отопительного прибора 65,2°C следующие значения температуры:

- по центральной нижней части иконы 24,4°C;
- по центральной средней части 23,7°C;
- по центральной верхней части 22,8°C.

Температура в левой части иконы по высоте соответственно составила 23,6, 22,8 и 22,1°C; в правой части – 25,5, 24,7 и 23,9°C.

Следует отметить, что при отсутствии *подиконника* замеры проводились при средней температуре отопительного прибора $t_{отп.пр}=55,6^\circ\text{C}$ и при наличии *подиконника* $t_{отп.пр}=65,2^\circ\text{C}$. При этом температура на поверхности иконы при наличии *подиконника* оказалась ниже приблизительно на 6,3–6,4°C.

Выводы

1. Устройство *подиконника* между отопительным прибором и нижней частью иконы позволяет отвести от лицевой поверхности иконы восходящую неизотермическую теплую струю от отопительного прибора внутрь помещения, понизить температуру поверхности иконы, предотвратить усушку и коробление древесины, исключить разрушение лицевого живописного слоя и обеспечить сохранность древних икон.

2. Предлагаемое конструктивное решение целесообразно использовать в картинных галереях, выставочных залах и музеях, когда полотна картин расположены над отопительными приборами.

Список литературы

1. Храм Святителя Николая в Старом Ваганькове. Разрешается к печати Издательским Советом Русской Православной Церкви. М.: 2009. 14 с.

2. Умняков П.Н., Умнякова Н.П., Алдошина Н.Е. Сохранение деревянных шедевров русской иконописи Троицкого собора Свято-Троицкой лавры // *Жилищное строительство*. 2017. № 6. С. 40–44.
3. Умняков П.Н., Умнякова Н.П., Алдошина Н.Е. Обеспечение теплового режима для сохранности древних шедевров русской иконописи Троицкого собора Свято-Троицкой Сергиевой лавры // *Жилищное строительство*. 2017. № 8. С. 25–28.
4. Умняков П.Н., Умнякова Н.П. Теоретические основы температурно-влажностного режима для сохранения икон и фресок в действующих православных храмах. В сб.: *Природные условия строительства и сохранения храмов Православной Руси*. Сергиев Посад, 2015. С. 45–60.
5. Чудинов Б.С. Вода в древесине. Новосибирск: Наука, 1984. 294 с.
6. Карлсен Г.Г., Большаков В.В., Коган М.Е., Александровский К.В., Бочкарев И.В., Фоломин А.И. Деревянные конструкции. М.: Стройиздат, 1961. 320 с.
7. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. М.: АВОК-ПРЕСС, 2006. 250 с.

References

1. Hram Svyatitelya Nikolaya v Starom Vagan'kove [Church of St. Nicholas in Old Vagan'kov]. Moscow: 2009, 14 p.
2. Umnyakov P.N., Umnyakova N.P., Aldoshina N.E. Preservation of wooden masterpieces of Russian iconography of the Trinity Cathedral of the Holy Trinity Lavra. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2017. No. 6, pp. 40–44. (In Russian).
3. Umnyakov P.N., Umnyakova N.P., Aldoshina N.E. Providing heat regime for preservation of ancient masterpieces of Russian iconography of the Trinity Cathedral of the Holy Trinity Sergius Lavra. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2017. No. 8, pp. 25–28. (In Russian).
4. Umnyakov P.N., Umnyakova N.P. Theoretical bases of temperature and humidity regime for preserving icons and frescoes in active Orthodox churches. *In sat.: Natural conditions for the construction and preservation of churches of Orthodox Russia*. Sergiev Posad. 2015, pp. 45–60.
5. Chudinov B. S. Voda v drevesine [The Water in the wood]. Novosibirsk: Nauka, 1984. 294 p.
6. Carlsen G. G., Bolshakov V. V., Kogan M. E., Alexandrovskiy K. V., Bochkarev I. V., Folomin A. I. Derevyannye konstrukcii [Wooden structures]. Moscow: Stroyizdat, 1961. 320 p.
7. Fokin K.F. Stroitel'naya teplotekhnika ograzhdayushchih chastej zdaniy [Construction heat engineering of enclosing parts of buildings]. Moscow: AVOK-PRESS, 2006. 250 p.

УДК 624.15

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-44-50>

А.В. КОННОВ, инженер (artem.konnov@gmail.com)

Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН (127238, г. Москва, Локомотивный пр., 21)

Исследование напряженно-деформированного состояния конструкций здания с защитными мероприятиями в зоне влияния глубокого котлована

В условиях подземного строительства в плотной городской застройке, в том числе при возведении глубоких котлованов, необходимо обеспечение прочности, надежности и долговечности существующих сооружений. Этому способствует осуществление геотехнического прогноза с использованием системы «основание–фундаменты–надземные конструкции» по отношению к окружающей застройке. Приводятся результаты исследования напряженно-деформированного состояния конструкций при расчете с помощью такой системы окружающей застройки в зоне влияния глубокого котлована, в том числе при устройстве защитных мероприятий (усиление фундаментов буроинъекционными сваями, закрепление их основания грунтоцементными элементами, устройство геотехнического отсекающего экрана, подведение плитного фундамента). Для двух типов грунтовых условий (пески от мелких до гравелистых, средней плотности и плотные; суглинки и глины от мягкопластичных до текучих) проведены численные эксперименты в программе Plaxis 2D на геотехнической модели, состоящей из глубокого котлована, массива грунта и здания окружающей застройки. Рассмотрены особенности задания в программе Plaxis 2D нагрузки от здания при данном расчетном случае. Произведен анализ полученных перемещений и дополнительных усилий в конструкциях здания окружающей застройки. С помощью проведенных численных исследований удалось установить, какие из рассмотренных защитных мероприятий позволяют наиболее эффективно снижать дополнительные усилия в конструкциях здания.

Ключевые слова: глубокий котлован, окружающая застройка, зона влияния, конструкции зданий, численные исследования, напряженно-деформированное состояние.

Для цитирования: Коннов А.В. Исследование напряженно-деформированного состояния конструкций здания с защитными мероприятиями в зоне влияния глубокого котлована // *Жилищное строительство*. 2020. № 1–2. С. 44–50. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-44-50>

A.V. KONNOV, Engineer, (artem.konnov@gmail.com)
Research Institute of Building Physics of RAACS
(21, Lokomotivniy Driveway, Moscow, 127238, Russian Federation)

Study of Structures Stress-Strain State of a Building with Protective Measures in the Zone of Deep Excavation Impact

In conditions of underground construction in dense urban development, including the construction of deep pits, it is necessary to ensure the strength, reliability and durability of existing structures. This is facilitated by the implementation of a geotechnical forecast using the «base-foundations-aboveground structures» system in relation to the surrounding development. The results of the study of the stress-strain state of structures when calculating the surrounding development using such a system in the zone of influence of a deep pit are presented, including the construction of protective measures (strengthening of foundations with bored-injection piles, fixing their base with soil-cement elements, the arrangement of a geotechnical cut-off screen, underpinning of the slab foundation). For two types of ground conditions (Sands from shallow to gravelly, medium density and dense; loams and clays from soft-plastic to fluid), numerical experiments were performed in the Plaxis 2D program on a geotechnical model consisting of a deep pit, an array of soil and a building of the surrounding construction site. The features of setting the Plaxis 2D load from a building in this case are considered. The analysis of the received displacements and additional forces in the building structures of the surrounding development is made. With the help of numerical studies, it was possible to determine which of the considered protective measures made it possible to the most effectively reduce additional efforts in the building structures.

Keywords: deep pit, surrounding development, zone of influence, building structures, numerical studies, stress-strain state.

For citation: Konnov A.V. Study of structures stress-strain state of a building with protective measures in the zone of deep excavation impact. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 1–2, pp. 44–50. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-44-50>

Практика строительства в плотной городской застройке показывает, что отсутствие должного внимания к сохранению окружающей застройки и

прогнозированию влияния на нее нового строительства может приводить к появлению в стенах ранее построенных зданий трещин, к сдвигу плит пере-

крытий, перекосам проемов и лестничных маршей, разрушению строительных конструкций и, как следствие, к нарушению нормальной эксплуатации зданий или даже к авариям.

Согласно п. 9.9 СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений» при проектировании оснований подземных частей сооружений, размещаемых вблизи окружающей застройки, следует выполнять расчеты и проверки для обеспечения прочности, надежности и долговечности существующих сооружений. С этой целью проводится геотехнический прогноз, одна из задач которого – определение величины дополнительных деформаций оснований и фундаментов сооружений окружающей застройки, а также необходимости устройства защитных мероприятий. Жесткость конструкций окружающей застройки допускается не учитывать только в предварительных расчетах, кроме того? для зданий, находящихся в зоне интенсивных деформаций, при проведении математического моделирования следует учитывать его конструктивную схему, дефекты и повреждения его конструкций и другие необходимые параметры здания (п. 9.35 СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01–83*»). Выполнение данного требования возможно только при расчете здания совместно с его основанием, т. е. расчете системы «основание–фундаменты–надземные конструкции» применительно к окружающей застройке.

О необходимости совместного расчета основания и сооружения в российских нормах говорится с 1980-х гг. [1]. Пункт 5.6.3 СП 22.13330.2016 устанавливает, что расчет оснований по деформациям следует проводить исходя из условия совместной работы сооружения и основания. На данный момент уровень развития вычислительных мощностей позволяет использование численных методов для решения данной проблемы применительно к различным конструктивным решениям подземной части здания, фундаментных и надземных конструкций. О необходимости учета взаимодействия надземной и подземной частей сооружения утверждается в ряде научных статей [2–4].

Данная статья посвящена исследованию напряженно-деформированного состояния системы «основание–фундаменты–надземные конструкции» для окружающей застройки в зоне влияния глубокого котлована, в том числе при устройстве защитных мероприятий (усиление фундаментов буроинъекционными сваями, закрепление их основания грунтоцементными элементами, устройство геотехнического отсечного экрана, подведение плитного фундамента). Идея статьи принадлежит д-ру техн. наук профессору З.Г. Тер-Мартirosяну.

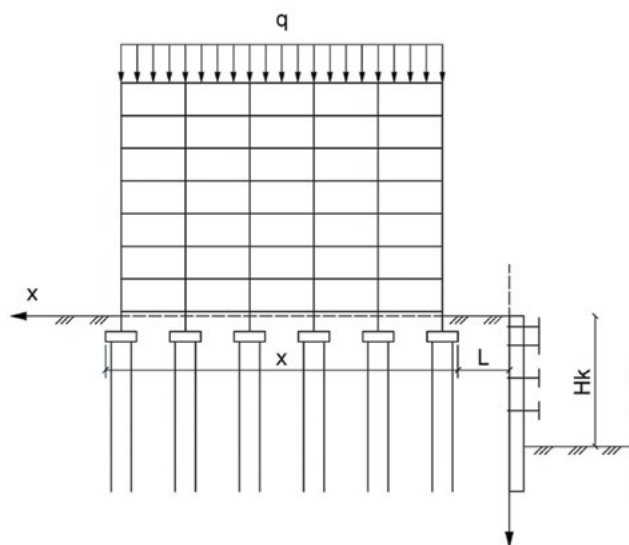


Рис. 1. Схема здания с буро-инъекционными сваями в зоне влияния глубокого котлована с указанием H_k ; L ; q ; x
Fig. 1. Diagram of a building with bored-injection piles in the zone of influence of a deep pit indicating H_k ; L ; q ; x

Численные исследования

Численные исследования проводились с геотехнической моделью, изображенной на рис. 1. Модель включает в себя массив грунта, вмещающий фундаменты здания с защитными мероприятиями в зоне влияния глубокого котлована, конструкции самого здания и крепление бортов котлована. Здание существующей застройки кирпичное, имеет в высоту пять этажей, фундаменты ленточные с давлением под подошвой $q = 200$ кПа, согласно техническим характеристикам зданий, содержащимся в Рекомендациях Москомархитектуры (Рекомендации по проектированию и устройству оснований и фундаментов при возведении зданий вблизи существующих в условиях плотной застройки в г. Москве. М.: Москомархитектура, 1999. 55 с.). Крепление котлована глубиной 18 м выполнено в виде ограждающей конструкции с распорной системой. Удаленность здания от котлована L составляет $0,5H_k$, где H_k – глубина котлована. Расстояние по длине здания в направлении от котлована обозначалось как x .

Инженерно-геологические условия (ИГУ) были приняты согласно типизации, предложенной для Москвы [5, 6]. Для сравнения было выбрано два типа ИГУ: тип I (насыпные грунты (2–5 м), пески от мелких до гравелистых, средней плотности и плотные) и тип IIIб (насыпные грунты (2–5 м), суглинки и глины от мягкопластичных до текучих, возможно с органикой). Физико-механические характеристики грунтов данных типов содержатся в табл. 1. Уровень грунтовых вод был задан на глубине 2 м от поверхности.

В качестве защитных мероприятий от вызванных откопкой котлована дополнительных деформаций

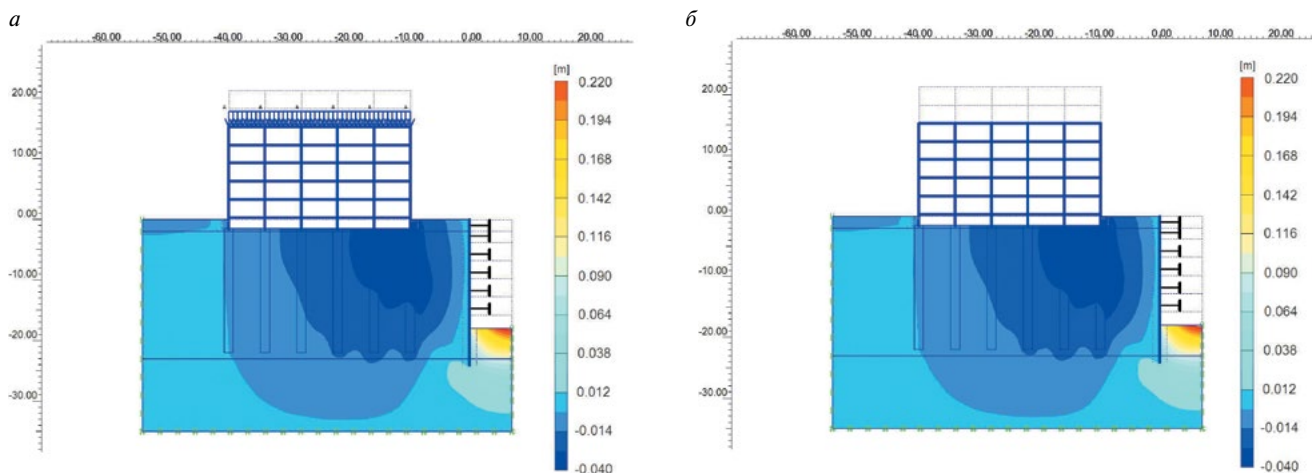


Рис. 2. Изополя вертикальных перемещений массива грунта при усилении фундаментов буронабъекционными сваями при задании для модели нагрузки: а – по способу 1; б – по способу 2
Fig. 2. Isofields of vertical displacements of the soil mass when strengthening the foundations with boredinjection piles when setting the load model: а – according to method 1; б – according to method 2

основания здания моделировалось усиление фундаментов буронабъекционными сваями (БИС), закрепление основания фундаментов грунтоцементными элементами (ГЦЭ), устройство между котлованом и зданием отсечного геотехнического экрана из ГЦЭ, переустройство ленточных фундаментов в плитный (подведение плитного фундамента).

Для проведения численных исследований рассмотренная выше геотехническая модель была построена в программе Plaxis 2D и разбита на конечные элементы. Расчет деформирования грунтового массива велся с использованием упрочняющейся модели грунта Hardening soil (HS). Главной особенностью данной модели грунта является зависимость жесткости грунта от напряжений [7].

Нагрузка от здания, передаваемая на основание, задавалась в виде распределенной нагрузки, приложенной к верхней части модели здания, при этом для элементов plate, моделирующих перекрытия и стены, задавались только значения осевой и изгибной жесткости (далее – способ 1).

Был рассмотрен альтернативный способ задания нагрузки для модели здания, при котором для элементов plate, кроме жесткостных параметров, задается также их вес, при этом распределенная нагрузка кверху модели не прикладывается (далее способ 2).

Элементы plate в программе Plaxis 2D состоят из балочных элементов, имеющих по три степени свободы на узел. Балочные элементы основаны на теории балок Миндлина [8]. Данная теория допускает под действием сдвигающей нагрузки прогиб балки и ее изгиб. Длина элемента может меняться под действием осевой нагрузки. При достижении максимальной осевой нагрузки или заданного максимального изгибающего момента балочные элементы могут стать пластичными.

Сравнение полученных вертикальных перемещений при задании нагрузки этими двумя способами показало, что значения, полученные при способе 2, отличаются от полученных при способе 1 на величину до 10% (рис. 2). Следовательно, оба способа применимы для задания в модели нагрузки от здания.

Необходимо отметить, что только при задании нагрузки по способу 2 можно из результатов расчета вывести значения дополнительных усилий в конструкциях здания. Поэтому для данных исследований этот способ задания нагрузки был принят за основной.

Результаты исследования

Были проанализированы полученные перемещения основания здания и его конструкций (рис. 3, 4). В результате откопки котлована здание получило максимальную дополнительную осадку S_{ad}^{max} равную 3,7 см (I тип ИГУ) и 8 см (IIIб тип ИГУ). Значения получены на ближайшем к котловану фундаменте. Устройство защитных мероприятий в I типе ИГУ позволило

Таблица 1
Table 1

Физико-механические характеристики грунтов, входящих в инженерно-геологические условия I и IIIб типа
Physical and mechanical characteristics of soils included in type I and type III engineering and geological conditions

Тип ИГУ	Наименование грунтов	Физико-механические характеристики		
		Сцепление с, кПа	Угол внутреннего трения φ, °	Модуль деформации E, МПа
I	Насыпь	15	15	10
	Песок Ср. крупности, Ср. плотности	0–4	25–39	23–47
IIIб	Насыпь	15	15	10
	Суглинки и глины от мягкопластичных до текучих	11–30	6–19	2–12

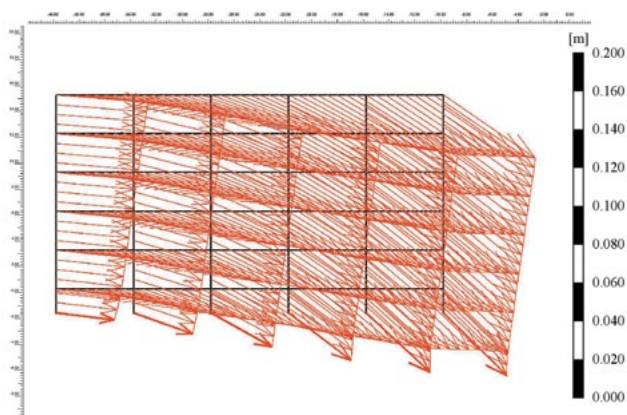


Рис. 3. Общие перемещения в конструкциях здания с усиленными буро-инъекционными сваями фундаментами в зоне влияния глубокого котлована

Fig. 3. General movements in building structures with foundations reinforced with bored-injection piles in the zone of influence of a deep pit

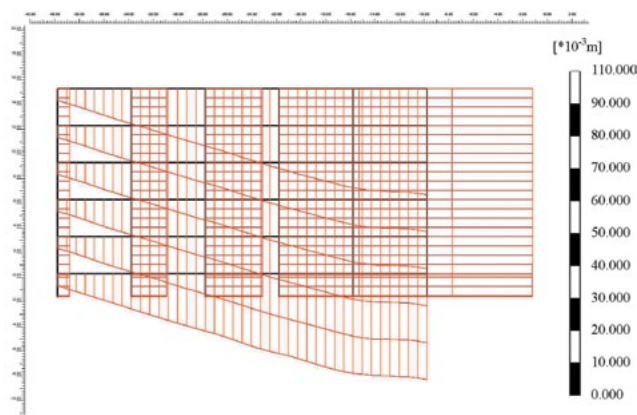


Рис. 4. Эпюры вертикальных перемещений конструкций здания с усиленными буро-инъекционными сваями фундаментами в зоне влияния глубокого котлована

Fig. 4. Plots of vertical movements of building structures with foundations reinforced with bored-injection piles (BIP) in the zone of influence of a deep pit

снизить максимальную дополнительную осадку до 1,2 см (БИС); 1,9 см (закрепление основания ГЦЭ); 3,2 см (экран из ГЦЭ); 2,7 см (плита). Для IIIб типа ИГУ при помощи защитных мероприятий максимальная дополнительная осадка была снижена до 2,7 см (БИС); 3,3 см (закрепление основания ГЦЭ); 7,3 см (экран из ГЦЭ); 4,6 см (плита).

Согласно п. 9.37 СП 22.13330.2016 расчет оснований по деформациям для сооружений окружающей застройки, расположенных в зоне влияния нового строительства, проводят из условия:

$$S_{ad} \leq S_{ad,u}. \quad (1)$$

Поскольку категория технического состояния здания при моделировании не учитывалась, для проверки условия (1) примем диапазон значений предельной дополнительной максимальной осадки для многоэтажного здания с несущими стенами из кирпичной кладки $0,5 \text{ см} \leq S_{ad,u} \leq 4 \text{ см}$ (табл. К.1 Приложения К СП 22.13330.2016). Для I типа ИГУ указанное условие выполняется. Для IIIб типа выполнение данного условия возможно только при устройстве защитных мероприятий, причем в данном случае устройство отсечного экрана и пересадка здания на фундаментную плиту оказываются неэффективны, так как не обеспечивают выполнения условия п. 9.37 СП 22.13330.2016. При дальнейшем анализе для типа ИГУ IIIб будут рассматриваться результаты только для здания с усилением БИС или ГЦЭ. Необходимо отметить, что для точного прогнозирования осадки, необходимо учитывать ее технологическую составляющую. Указание на это содержится в СП 22.13330.2016, СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03–85», СП 45.13330.2017 «Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная

редакция СНиП 3.02.01–87», СП 248.1325800.2016 «Сооружения подземные. Правила проектирования» и других нормативных документах. Определению дополнительной осадки зданий с защитными мероприятиями с учетом технологии производства работ посвящены исследования В.А. Ильичева, Н.С. Никифоровой, Р.А. Мангушева, А.В. Коннова и др. [9–13].

Для протяженных малоэтажных зданий основным критерием по II группе предельных состояний является относительная разность дополнительных осадок [4]. Например, здания на Васильевском острове в Санкт-Петербурге, получившие осадку до 1 м, до сих пор эксплуатируются, в то время как многие здания, получившие меньшие по абсолютной величине осадки, имеют более существенные дефекты [1]. В являющейся предметом данного исследования геотехнической ситуации чем больше протяженность здания в направлении от котлована, тем больше риск возникновения сверхнормативной разности дополнительных осадок. В данном случае учет жесткости надземных конструкций закономерно выравнивает разность осадок.

Относительная разность дополнительных осадок $\Delta s/L$ фундаментов здания для I типа ИГУ равна 0,0011, для IIIб типа – 0,0017. При устройстве рассматриваемых защитных мероприятий относительная разность $\Delta s/L$ в I типе ИГУ достигает следующих значений: 0,0004 (БИС); 0,0006 (закрепление основания ГЦЭ). Для IIIб типа относительная разность дополнительных осадок снижается до следующих значений: 0,0009 (БИС); 0,0010 (закрепление основания ГЦЭ); 0,0013 (экран из ГЦЭ); 0,0011 (плита). Диапазон значений предельной дополнительной относительной разности осадок, соответствующий вышеобозначенному диапазону предельной дополнительной осадки, составляет $0,0004 \leq (\Delta s/L)_u \leq 0,002$ (табл. К.1 При-

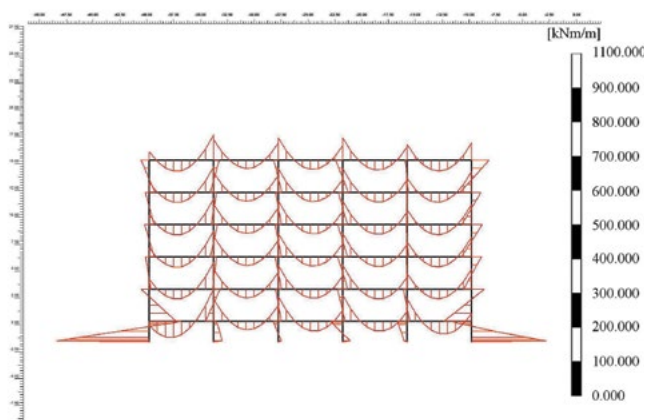


Рис. 5. Дополнительные изгибающие моменты в конструкциях здания в зоне влияния глубокого котлована
Fig. 5. Additional bending moments in building structures in the zone of influence of a deep pit

ложения К СП 22.13330.2016). Устройство защитных мероприятий необходимо, если здание в зоне влияния имеет категорию технического состояния III (старое, современное), II и III (историческое, памятник).

Помимо вертикальных перемещений фундамента здания в зоне влияния глубокого котлована испытывают горизонтальные перемещения, направленные в сторону котлована, кроме того, возникновение неравномерных осадок, вызванных откопкой котлована, влечет за собой появление крена здания в его сторону. Эти два перечисленных параметра, помимо дополнительных осадок и их разности, согласно табл. Л.5 СП 22.13330.2016 контролируются при осуществлении геотехнического мониторинга окружающей застройки (крен при $H_k > 10$ м). Что касается расчетных величин, то в примеч. 2 к п. 9.37 того же СП говорится, что при расчете оснований сооружений окружающей застройки по деформациям условие (1) следует выполнять в том числе для параметров, к которым так же относятся горизонтальное перемещение фундамента (сооружения) u_n и крен фундамента (сооружения) i (п. 5.6.4 того же СП), чем зачастую пренебрегают. Проанализируем полученные численным расчетом значения этих двух величин.

Без устройства защитных мероприятий для типа I ИГУ горизонтальные перемещения фундаментов достигают 1,6 см, для IIIб типа ИГУ – 4,6 см.

Учитывая совместную работу основания и надземных конструкций, вышеперечисленные перемещения относятся и к надземным конструкциям.

Нормы не регламентируют горизонтальные перемещения фундаментов окружающей застройки (табл. К1 СП 22.13330).

Согласно Рекомендациям по проектированию и устройству оснований и фундаментов при возведении зданий вблизи существующих в условиях плотной застройки в г. Москве (М.: Москомархитектура,

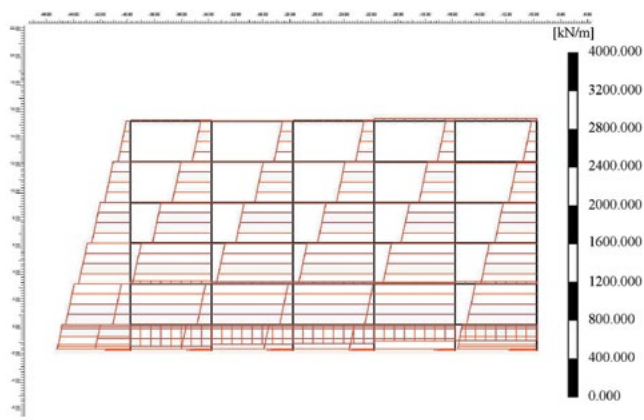


Рис. 6. Дополнительные осевые усилия в конструкциях здания в зоне влияния глубокого котлована
Fig. 6. Additional axial forces in building structures in the zone of influence of a deep pit

1999. 55 с.), предельные величины горизонтальных перемещений фундаментов должны назначаться в зависимости от конструктивных особенностей узлов примыкания перекрытий к наружным несущим стенам или элементам каркаса. Предельные величины относительной разности горизонтальных перемещений соседних фундаментов должны назначаться в зависимости от допустимого уровня дополнительных растягивающих напряжений в конструкциях перекрытий и несущих стен, вызванных неравномерностью горизонтальных перемещений.

Анализ полученных при моделировании дополнительных перемещений основания вдоль здания перпендикулярно к котловану показал, что горизонтальные перемещения фундаментов по мере удаления от котлована незначительно уменьшаются по сравнению с вертикальными. Разность горизонтальных перемещений соседних фундаментов не превышает 1 мм.

Горизонтальные перемещения верха здания без защитных мероприятий достигают 3,2 см для I типа ИГУ и 7,3 см для IIIб типа. Максимальное значение крена в ИГУ I типа достигает 0,001, в ИГУ IIIб типа – 0,002. Предельное значение крена i_v , соответствующее принятым в рассмотрение категориям технического состояния и статуса здания окружающей застройки, составляет от 0,0004 до 0,0020 (ТСН 50-304-2001 г. Москвы (МГСН 2.07-01) «Основания, фундаменты и подземные сооружения»). Устройство защитных мероприятий, снижающих неравномерность осадок, необходимо, если здание в зоне влияния имеет категорию технического состояния III (старое, современное), II и III (историческое, памятник), а также II (старое, современное) для IIIб типа ИГУ.

Основание здания окружающей застройки в зоне влияния глубокого котлована получает при его разработке неравномерные деформации, что вызывает

Таблица 2
Table 2

Дополнительные усилия в конструкциях здания
в зоне влияния глубокого котлована
Additional efforts in building structures in the zone
of influence of a deep pit

ТИП ИГУ	Макс. по модулю изгибающий момент до откопки котлована, кН·м	Макс. по модулю осевое усилие до откопки котлована, кН	Защитное мероприятие	Макс. по модулю дополнительный изгибающий момент, кН·м	Макс. по модулю дополнительное осевое усилие, кН
I	-91/-216	122/-1190	Без устройства	-9/-40	71/-20
			БИС	-8/-10	64/-10
			ГЦЭ	16/1	43/30
			Экран	-2/-26	55/-10
			Плита	-26/-20	39/-24
IIIб	-101/-280	174/-1150	Без устройства	-34/-42	70/-40
			БИС	10/0	62/-20
			ГЦЭ	-29/66	16/20
			Экран	-40/-35	60/-40
			Плита	-8/-4	5/-11

Примечание: Дробной чертой разделяются значения усилий в перекрытиях/стенах.

возникновение дополнительных усилий в конструкциях здания (см. рис. 5,6). При устройстве защитных мероприятий НДС массива грунта изменяется, тем самым они опосредованно влияют на величины возникающих дополнительных усилий.

В результате проведенных численных исследований получены дополнительные усилия в надземных конструкциях здания при устройстве защитных мероприятий и без них. Результаты для четырех типов защитных мероприятий и двух типов ИГУ приведены в табл. 2. Дополнительными названы усилия и моменты, возникающие в процессе откопки котлована.

Заключение

В условиях подземного строительства в плотной городской застройке, в том числе при возведении глубоких котлованов, необходимо обеспечение прочности, надежности и долговечности существующих сооружений. Этому способствует осуществление геотехнического прогноза с использованием системы «основание–фундаменты–надземные конструкции» по отношению к окружающей застройке.

Список литературы

1. Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Основные закономерности взаимодействия основания и надземных

Учет влияния надземных конструкций при проведении численного расчета в программе Plaxis 2D позволяет уточнить полученные деформации основания.

При моделировании в программе Plaxis 2D надземных конструкций существующего здания в зоне влияния глубокого котлована нагрузку от него можно задавать двумя способами: как распределенную, приложенную к верхней части модели здания, либо путем задания веса моделирующих конструкции элементов. Анализ полученных по двум способам деформаций показал незначительное их расхождение.

При моделировании конструкций элементами plate и задании для них собственного веса, с помощью средств программы можно первично оценить воздействие деформаций основания на конструкции здания и получить в том числе значения дополнительного крена и усилий, возникающих в конструкциях.

Проведенные численные исследования показали, что устройство защитных мероприятий позволяет снижать дополнительные усилия в конструкциях здания в зоне влияния глубокого котлована. Для I типа ИГУ из четырех рассмотренных видов пассивных защитных мероприятий дополнительный изгибающий момент в наибольшей степени снижается: в стенах при закреплении оснований фундаментов ГЦЭ (на 103%); в межэтажных перекрытиях – при устройстве отсечного экрана (на 78%); дополнительное осевое усилие в стенах – при закреплении ГЦЭ или усилении БИС (на 50%); в межэтажных перекрытиях – при подведении плитного фундамента (на 45%). Для IIIб типа ИГУ (суглинки и глины от мягкопластичных до текучих) – подведение плитного фундамента эффективно для снижения дополнительного изгибающего момента в межэтажных перекрытиях (на 76%), а также для снижения осевых усилий (в стенах на 73%, в межэтажных перекрытиях на 93%), усиление БИС – дополнительного момента в стенах (на 100%). При устройстве защитных мероприятий дополнительные усилия в конструкциях могут менять знак. Необходимо отметить, что изменение изгибающих моментов в надземных конструкциях окружающей застройки без защитных мероприятий вследствие откопки котлована составляет 10–20% (I тип ИГУ), 15–35% (IIIб тип ИГУ). Увеличение значений осевых усилий в несущих стенах является незначительным (<10%). Разработка котлована в большей степени влияет на увеличение осевых усилий в межэтажных перекрытиях (40–60%).

References

1. Shashkin A.G., Shashkin K.G. The main regularities of interaction between the base and above-ground

- конструкций здания // *Развитие городов и геотехническое строительство*. 2006. № 10. С. 63–92.
- Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г., Шашкин В.А. Основы совместных расчетов зданий и оснований. СПб.: Георекострукция, 2014. 328 с.
 - Тер-Мартirosян З.Г., Тер-Мартirosян А.З. Некоторые проблемы подземного строительства // *Жилищное строительство*. 2013. № 9. С. 2–6.
 - Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Взаимодействие зданий и оснований: методы расчета и их применение при проектировании // *Развитие городов и геотехническое строительство*. 2003. № 7. С. 129–145.
 - Ильичев В.А., Никифорова Н.С., Тупиков М.М. Исследование деформирования грунтовых массивов при строительстве мелкозаглубленных коммуникационных тоннелей // *Основания, фундаменты и механика грунтов*, 2011. № 3. С. 8–15.
 - Никифорова Н.С. Обеспечение сохранности зданий в зоне влияния подземного строительства. М.: МГСУ, 2016. 152 с.
 - Тер-Мартirosян А.З., Сидоров В.В., Ермошина Л.Ю. Особенности использования результатов лабораторных испытаний для проведения геотехнических расчетов в Plaxis // *Геотехника*. 2018. Т. 10. Вып. 1–2. С. 28–38.
 - Bathe K.J. Finite Element Procedures. New Jersey: Prentice Hall, 1996. 1037 p.
 - Никифорова Н.С., Коннов А.В. Прогноз осадки зданий с защитными мероприятиями в зоне влияния подземного строительства // *Вестник гражданских инженеров*. 2016. № 2 (55). С. 94–100.
 - Никифорова Н.С., Коннов А.В., Закирова А.И. Исследование эффективности применения защитных мероприятий для существующих зданий при подземном строительстве с учетом технологии производства работ. Механика грунтов в геотехнике и фундаментостроении. Материалы международной научно-технической конференции. Новочеркасск, 2018. С. 430–440.
 - Ilyichev V.A., Nikiforova N.S., Konnov A.V. A settlement calculation for neighbouring buildings with mitigation measures upon underground construction. *Proceedings of 19th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*. Seoul, Korea. 2017, pp. 1789–1792.
 - Nadezhda Nikiforova, Artem Konnov Settlement prediction for protected buildings nearby deep excavation. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 2018. No. 365. <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/365/4/042028/pdf> (дата обращения 18.11.2019).
 - Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Технологические осадки в зоне влияния подземного строительства. М.: АСВ, 2017. 168 с.
 - structures of the building. *Razvitie gorodov i geotekhnicheskoe stroitel'stvo*. 2006. No. 10, pp.63–92.
 - Ulitskii V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G., Shashkin V.A. Osnovy sovместnykh raschetov zdaniy i osnovanii [Basic principles of buildings and bases design]. Saint Petersburg: Georeconstructcia, 2014. 328 p.
 - Ter-Martirosyan Z.G., Ter-Martirosyan A.Z., Several problems of underground construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Constructions]. 2013. No. 9, pp. 2–6. (In Russian).
 - Shashkin A.G., Shashkin K.G. Interaction of buildings and bases: calculation methods and their application in design. *Razvitie gorodov i geotekhnicheskoe stroitel'stvo*. 2003. No. 7, pp.129-145. (In Russian).
 - Ilyichev V.A., Nikiforova N.S., Tupikov M.M. Deformation of soil masses during construction of shallow utility tunnels. *Osnovaniya, fundamenti i mekhanika gruntov*. 2011. No. 3, pp. 8–15. (In Russian).
 - Nikiforova N.S. Obespechenie sokhrannosti zdaniy v zone vliyaniya podzemnogo stroitel'stva [Ensuring of buldings' preservation in the zone of underground construction impact]. Moscow: MGSU, 2016. 152 p.
 - Ter-Martirosyan A.Z., Sidorov V.V., Ermoshina L.Yu. Peculiarities of using the results of laboratory tests for geotechnical calculations. *Geotekhnika*. 2018. Vol. 10. Iss. 1–2, pp. 28–38. (In Russian).
 - Bathe K.J. Finite Element Procedures. New Jersey.: Prentice Hall, 1996. 1037 p.
 - Nikiforova N.S., Konnov A.V. The forecast of buildings' settlement with protection measures in the zone of underground construction influence. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2016. No. 2 (55), pp. 94–100. (In Russian).
 - Nikiforova N.S., Konnov A.V., Zakirova A.I. A study of the effectiveness of protective measures for existing buildings with underground construction subject to the production technology works. Soil mechanics in geotechnics and foundation construction: proc. of int. sci. tech. conf. NovoCherkassk. 2018. pp. 430–440. (In Russian).
 - Ilyichev V.A., Nikiforova N.S., Konnov A.V. A settlement calculation for neighbouring buildings with mitigation measures upon underground construction. *Proceedings of 19th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*. Seoul, Korea. 2017, pp. 1789–1792.
 - Nadezhda Nikiforova, Artem Konnov. Settlement prediction for protected buildings nearby deep excavation. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 2018. No. 365. <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/365/4/042028/pdf> (дата обращения 18.11.2019).
 - Mangushev R.A., Nikiforova N.S. Tekhnologicheskie osadki v zone vliyaniya podzemnogo stroitel'stva [Technological settlements in the zone of underground construction impact]. Moscow: ASV, 2017. 168 p.

УДК 903

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-51-55>

К.А. ЛЫТКИН, канд. архитектуры (avelkon.12@gmail.com)

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова
(677013, г. Якутск, ул. Кулаковского, 50)

Костяное жилище древнейшего человека

Раскрыты особенности использования крупных костей животных в качестве основного несущего объемно-пространственного каркаса жилища древнейшего человека. Верхний плейстоцен – геологический период (200–10 тыс. лет назад), характеризующийся наибольшим распространением мамонтовой фауны. В обширных естественных пространствах данного периода преобладали травянистые степные ландшафты с крайне незначительными крапинками редколесий. Исходя из этих условий использование скелетных костей крупных животных, таких как мамонт, шерстистый носорог, зубр, овцебык, гигантский большерогий олень в качестве строительного материала для возведения первобытного жилища было вполне закономерным и жизненно важным явлением. В статье проведен анализ габаритных параметров крупных скелетных костей животных, которые в наибольшей степени подходили для возведения конструктивно-тектонической системы древнейшего жилища. На аналитической основе выдвинуты строительные методы и способы, которыми обладало древнейшее сообщество людей. Раскрыты характерные узловые соединения крупных костей между собой и с грунтовым основанием. Также показаны способы устройства покрытия жилища из шкур животных. Научное повествование в полной мере проиллюстрировано для наиболее полного понимания и восприятия предмета исследований.

Ключевые слова: костяное жилище, геологический период, древний человек, верхний плейстоцен, мамонтовая фауна, скелетные кости животных.

Для цитирования: Лыткин К.А. Костяное жилище древнейшего человека // *Жилищное строительство*. 2020. № 1–2. С. 51–55. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-51-55>

K.A. LYTKIN, Candidate of Architecture (avelkon.12@gmail.com)
North-East Federal University named after M.K. Ammosov

Bone Dwelling of the Oldest Man

The features of using large animal bones as the main bearing volumetric-space frame of the dwelling of the oldest man are revealed. The upper Pleistocene is a geological period (200–10 thousand years ago) characterized by the greatest distribution of mammoth fauna. The vast natural areas of this period were dominated by grassy steppe landscapes with very small specks of woodlands. Based on these conditions, the use of skeletal bones of large animals such as mammoth, woolly rhinoceros, bison, musk oxen, giant bighorn deer as building material for the construction of primitive homes was quite natural and vital phenomenon. The article analyzes the overall parameters of large animal skeletal bones, which were most suitable for the construction of the structural-tectonic system of the oldest dwelling. On an analytical basis, the construction methods and methods that the ancient community of people possessed are put forward. The characteristic nodal connections of large bones with each other and with the ground base are revealed. Also shown are methods for covering the dwelling with animal skins. The scientific narrative is fully illustrated for the most complete understanding and perception of the subject of research.

Keywords: bone dwelling, geological period, ancient man, upper Pleistocene, mammoth fauna, animal skeletal bones.

For citation: Lytkin K.A. Bone dwelling of the oldest man. *Zhiliishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 1–2, pp. 51–55. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-51-55>

В наш век высоких технологий настолько ли интересно и целесообразно изучать костяное жилище древнейшего человека? Ответ – интересно и целесообразно. Аргументация положительного ответа на поставленный вопрос состоит из следующих заключений.

Во-первых, попытка раскрытия своеобразных сторон тектонической системы древнейшего человеческого жилища, сооруженного из крупных скелетных костей животных, имеет основополагающее историческое значение для изучения адаптационных и приспособленческих способностей доисторического

человека – изучения его жизни и быта в окружении первозданных экологических систем ледникового и межледникового периодов.

Во-вторых, исследование древнейших стоянок первобытных людей, состоящих из нескольких костяных жилищ, способствует обогащению современных научных знаний по глобальным проблемам взаимоотношения человека и природы – общества и природы в результате познания особенностей возникновения данных проблем в пространстве и времени.

В-третьих, максимально достоверное воссоздание костяного жилища древнейшего человека стано-

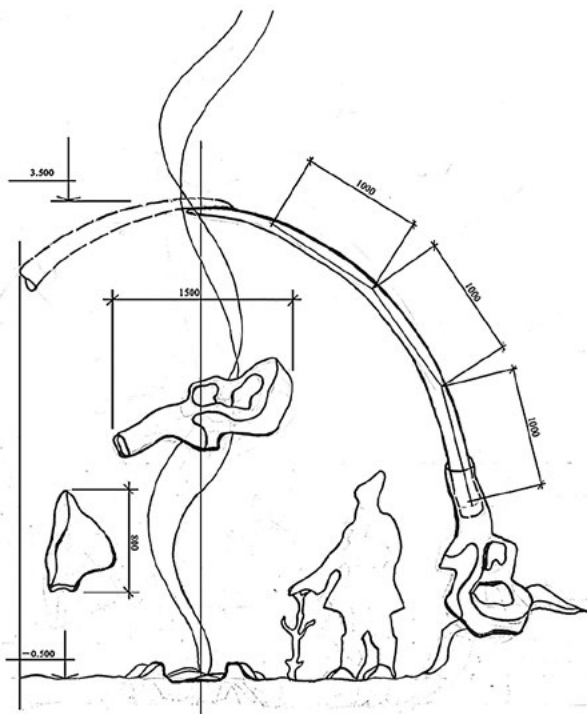


Рис. 1. Основные конструктивно-тектонические элементы костяного жилища

Fig. 1. Main structural and tectonic elements of a bone dwelling

вится своеобразным научно-познавательным образцом для всеобщего изучения, анализа и обозрения, в том числе выявления утилитарных возможностей его применения в качестве экзотического жилища в рекреационных и туристических целях.

Рассматриваемый доисторический период времени относится к верхнему плейстоцену – 200–10 тыс. лет назад. Период, когда произошло последнее оледенение, – период широкого распространения мамонтовой фауны. Верхний плейстоцен представляет эпоху каменного века – палеолита.

Изучение жизни и быта древнейшего человека – его неразрывной связи с окружающей первозданной средой обитания представляет сложную и многогранную исследовательскую задачу. Одни ученые утверждают, что в выживании человека в суровых условиях верхнего плейстоцена решающую роль играла сама общность человека – его общественные взаимоотношения [4]. У других исследователей превалирует вывод: в процессе эволюции антропоидных обезьян огромную роль сыграли естественные глобальные изменения окружающей среды. Подобный вывод заключен в трудах выдающегося историка, археолога и этнографа Алексея Павловича Окладникова (1908–1981) [5].

В течение сотни тысяч лет человек умелый приспособлялся к изменчивым суровым условиям ледниковых и межледниковых периодов. Приспособлялся, владея огнем, изготавливая каменные (кварцевые) орудия труда и охоты – владея шитьем первобытной одежды из звериных шкур, осваивая

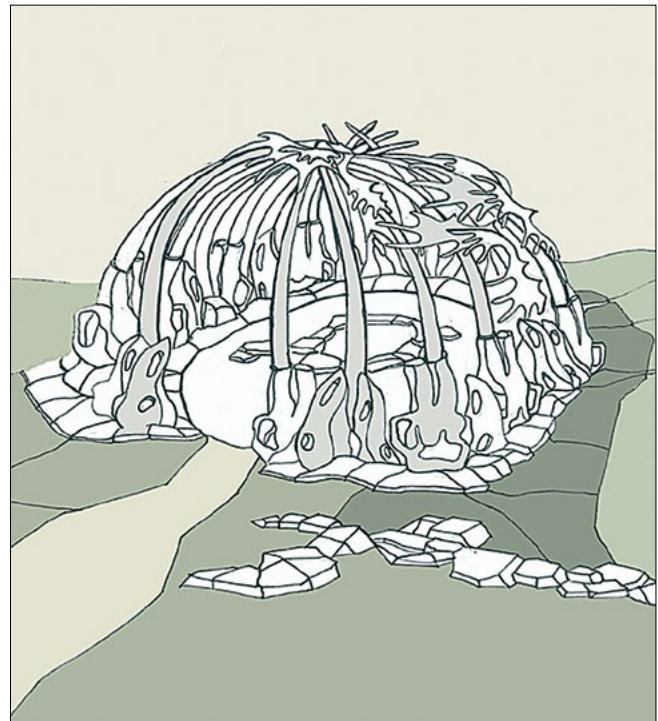


Рис. 2. Объемно-пространственный каркас костяного жилища

Fig. 2. Volume-space frame of a bone dwelling

пещерные геологические и геоморфологические полости. И наконец, древнейший человек начал строить первобытное жилище в качестве необходимой фундаментальной защиты от воздействий внешней среды обитания.

Как отмечено, в верхнем плейстоцене в своем наилучшем расцвете существовала мамонтовая фауна. Существовала со значительными питьевыми, питательными и кормовыми ресурсами на громадных евроазиатских территориях и территориях Северной Америки. Обширные пространства эпохи мамонтовой фауны научно достоверно известны преобладанием травянистых степных ландшафтов с крайне незначительными крапинками редколесий. Отсюда формируется констатация, что использование костей крупных животных в качестве строительного материала для жилища возникло в условиях дефицита древесного материала, который, в свою очередь, являлся необходимым энергетическим и топливным ресурсом.

Животный мир, включая крупных представителей фауны, таких как мамонт, шерстистый носорог, зубр, овцебык, гигантский большерогий олень, входили в неприменный мясной рацион питания палеолитического охотника и его сородичей. Исходя из всеобщности такой основополагающей ресурсной основы выживания человека в суровых ледниковых и межледниковых климатических условиях конструктивно-тектоническое применение крупных костей животных для формирования древнейшего жилища было вполне закономерным, осуществимым и жизненно важным явлением.

Каким образом и какими методами строили костяное жилище? Отвечая на поставленный вопрос, необходимо подчеркнуть следующее.

Описываемые ниже методы и способы возведения костяного жилища раскрываются на аналитической и в некоторых моментах на предположительной основе.

Основным конструктивно-тектоническим элементом бесспорно служили мамонтовые бивни. Бивни достигали 4 м в длину при диаметре основания до 18 см. Вес до 100 кг (рис. 1).

В основании жилища в качестве «стакана» опирания бивня почти во всех случаях применялся цельный черепной скелет мамонта, габаритные размеры которого показательны в графической форме (рис. 1).

Черепной скелет в положении затылочной частью вниз и частью, откуда выростали внушительные бивни, вверх основательно закрепляли грунтовой массой по всему периметру жилища. При этом в зияющие продолговатые отверстия вставляли бивень, копируя его естественное положение. Полученный конструктивно-тектонический элемент, состоящий из двух крупных костей мамонта, становился основной несущей составляющей всей конструктивной системы костяного жилища. Полученная несущая арочная конструкция при соответствующей раскладке по округлому периметру жилища образовывала объемно-пространственный каркас древнейшего жилища в виде куполообразной несущей системы всего сооружения (рис. 2).

Общеизвестно то, что костяное жилище покрывалось шкурами крупных животных, например шкурой мамонта. Прежде чем уложить покрытие на купол каркаса, данный каркас дополнительно усиливался разновидностями костей, преимущественно плоскими костями скелета и внешних роговых образований. Особенно для этих целей подходило мощное разветвление рогов гигантского оленя и других, менее крупных представителей оленей. Данное конструктивное дополнение иллюстрируется в графической форме (рис. 3).

Покрытие из шкур, тщательно уложенное на куполообразное сооружение, непременно закреплялось путем его придавливания подходящим для этих целей костяным материалом. К примеру, менее мелкими образцами бивней.

Необходимо особенным образом подчеркнуть, что древнейшее жилище человека самым закономерным образом возводился вокруг очага – единственного энергетического источника тепла, света, в наибольшей степени необходимого и важнейшего атрибута для выживания палеолитического сообщества людей в окружении первозданной природной среды и сурового климата. Также необходимо подчеркнуть: в последующие эпохи очаг сыграл главнейшую и решающую роль в выживании человека и в формировании

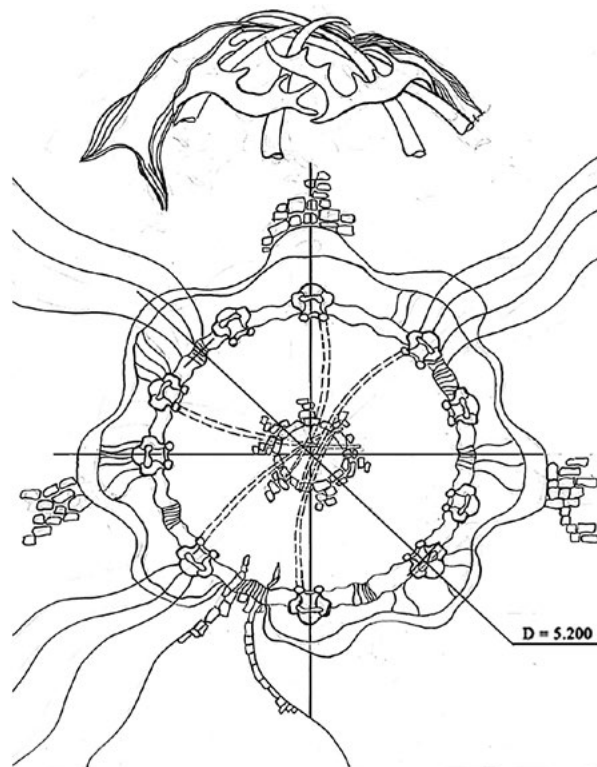


Рис. 3. План костяного жилища и устройство покрытия
Fig.3. Plan of the bone dwelling and arrangement of covering

характерного округлого конусообразного жилища в северных географических широтах земной суши.

Графическая иллюстрация плана и разреза костяного жилища определяет его габаритные размеры по диаметру, составляющему 5 или чуть более 5 метров. Здесь характерно то, что вся нижняя поверхность жилища углублялась в землю на 50–70 см (рис. 3, 4).

Далее, вероятнее всего, костяной строительный материал как органический возобновляемый материал у древнейших строителей имелся в достаточном количестве. Возможны определенные вариации применения разновидностей скелетов животных. В основании жилищ нередко применялась, например, черепная кость шерстистого носорога.

Таким образом, в результате вышеприведенных исследований становится возможным графический показ костяного жилища в качестве основного «планировочного» элемента в организации и функционировании палеолитических базовых стоянок. В частности, показан общий вид древнейшей стоянки Буреть в Сибири (рис. 5).

Первобытное сообщество – это коллектив кочевых и полукочевых охотников, стоящих во главе других членов сообщества: женщин, детей, стариков. Коллектив, хорошо оснащенный орудиями труда и охоты. Коллектив, самым естественным образом строящий базовые поселения с незаурядно аналитически целесообразным выбором географического, ландшафтного окружения места возникновения ба-

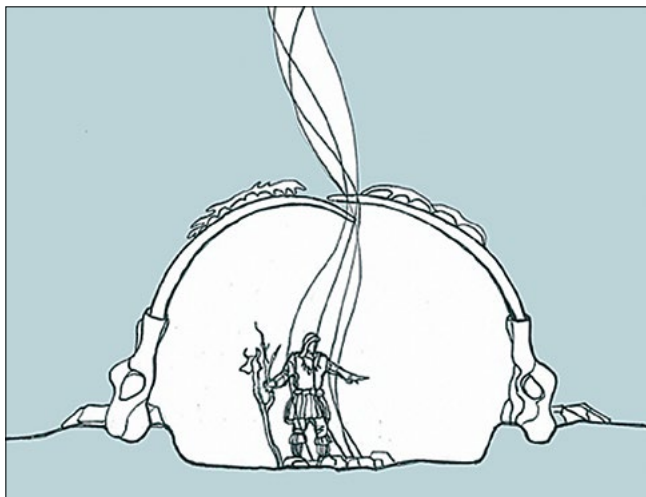


Рис. 4. Разрез костяного жилища
Fig. 4. Section of the bone dwelling

зовой стоянки и с доскональными знаниями местных климатических условий.

Вышеупомянутая стоянка Буреть эпохи позднего палеолита находится в 112 км от Иркутска на правом берегу Ангары. Возникла стоянка 24–25 тыс. лет назад. Обнаружена стоянка в 1936 г. А.П. Окладниковым [6].

Стоянка Мальта той же эпохи находится от стоянки Буреть в 7–8 км по прямой – расположена на левом берегу реки Белой, впадающей в Ангару. Древнейшая стоянка, возникшая также 24–25 тыс. лет назад, была обнаружена и раскопана группой археологов под руководством выдающегося антрополога, археолога, скульптора Михаила Михайловича Герасимова (1907–1970) в 1927 г. [9].

Открытие двух стоянок позднего палеолита в Сибири стало подлинным археологическим событием в мировом масштабе. Научное значение сибирских стоянок актуально и в наше время.

Выводы.

Костяное жилище древнейшего сообщества людей функционировало в течение десяти и даже сотни тысяч лет. Устойчивость и прямые защитные свойства от воздействия внешней среды данного жилища, его ярко выраженные органические свойства однозначно доказывают уникальность доисторического объекта. Понимание сущности древнейшего объекта имеет глубоко научное значение в проблемах взаимодействия общества и природы,

Список литературы

1. Миллер Г.Ф. История Сибири. М.; Л.: АН СССР, 1937. 607 с.
2. Серошевский В.Л. Якуты. Опыт этнографического исследования. СПб.: Изд-во имп. Русского географического общества, 1896. Т. 1. 720 с.



Рис. 5. Общий вид стоянки Буреть, состоящей из костяных жилищ
Fig. 5. General view of the «Buret» man site, consisting of bone dwellings

а также в изучении сегодняшнего неустойчивого состояния глобальных экологических проблем. Теоретическое воссоздание жилища каменного века раскрывает незаурядные созидательные способности древнейшего человека – его непревзойденные адаптационные и приспособленческие качества к значительным климатическим переменам окружающей среды. Исследования костяного жилища древнейшего человека раскрывают потаенные механизмы и основы созидательных предпосылок возникновения искусственной среды обитания человека, которые были заложены в интеллектуальном и физическом развитии доисторического человека.

Есть еще вывод о том, что возведение костяного жилища древними строителями, безусловно, было осуществимо благодаря обладанию тысячами отточенных знаний, навыков и способов, которые были присущи только доисторическому человеку.

References

1. Miller G.F. Istoriya Sibiri [History Of Siberia]. Moscow - Leningrad: AN SSSR, 1937. 607 p.
2. Seroshevskij V.L. Yakuty. Opyt etnograficheskogo issledovaniya [The Yakuts. Experience of ethnographic research]. Saint Petersburg: Isdatelstvo imperatorskogo Russkogo geograficheskogo obshchestva, 1896. V. 1. 720 p.

3. Окладников А.П. История Якутской АССР. Якутия до присоединения к Русскому государству. М.; Л.: АН СССР, 1955. Т. 1. 432 с.
4. Лазурков Г.И., Гвоздовер М.Д., Рогинский Я.Я. Природа и древний человек. Основные этапы развития природы, палеолитического человека и его культуры на территории СССР в плейстоцене. М.: Мысль, 1981. 223 с.
5. Окладников А.П. Неолит и бронзовый век Прибайкалья (Ч. I–II). Материалы и исследования по археологии СССР. 1950. № 18. 412 с.
6. Окладников А.П. Неолитические памятники Ангары. От Шукина до Бурети. Новосибирск: Наука, 1974. 320 с.
7. Окладников А.П. Археология Северной, Центральной и Восточной Азии. Новосибирск: Наука, 2003. 663 с.
8. Окладников А.П., Запорожская В.Д. Петроглифы Средней Лены. Л.: Наука, 1972. 270 с.
9. Герасимов М. М. Палеолитическая стоянка Мальта (Раскопки 1956–57 годов) // *Советская этнография*. 1958. № 3. С. 28–52
10. Рогачев А.Н. Многослойные стоянки Костенковско-Боршевского района на Дону и проблема развития культуры в эпоху верхнего палеолита на Русской равнине // *Материалы и исследования по археологии СССР*. 1957. № 59. 325 с.
3. Okladnikov A.P. Istoriya Yakutskoi ASSR. Yakutiya do prisoedineniya k Russkomu gosudarstvu [History of the Yakut ASSR. Yakutia before joining Russian state]. Moscow - Leningrad: AN SSSR, 1955. V. 1. 432 p.
4. Lazurkov G.I., Gvozdover M.D., Roginskij Ya.Ya., Priroda i grevnij chelovek. Osnovnyye etapy razvitiy prirody, paleoliticheskogo cheloveka i ego kultury na territorii SSSR v plejstotsene [Nature and ancient human. Main stages of development of nature, Paleolithic man and its culture on the territory of the USSR in the Pleistocene]. Moscow: Mysl, 1981. 223 p.
5. Okladnikov A.P. Neolithic and bronze age of the Baikal region (Part I-II). Materials and research on the archaeology of the USSR. 1950. No. 18. 412 p.
6. Okladnikov A.P. Neoliticheskie pamyatniki Angary. Ot SHukina do Bureti [Neolithic monuments of Angara. From Shukin to Bureti]. Novosibirsk: Nauka, 1974. 320 p.
7. Okladnikov A.P. Arkheologiya Severnoj, TSentralnoj i Vostochnoj Azii [Archeology of North, Central and East Asia]. Novosibirsk: Nauka, 2003. 663 p.
8. Okladnikov A.P., Zaparozhskaj V.D. Petroglify Srednej Leny [Petroglyphs Of The Middle Lena]. Leningrad: Nauka, 1972. 270 p.
9. Gerasimov M.M. he Paleolithic Malta site (Excavations in 1956–57 years). *Sovetskaya etnografiya*. 1958. No. 3, pp. 28-52.
10. Pogachev A.N. Multi-Layer Parking lots of Kostenkovsko-Borshevsky district on the don and the problem of cultural development in the upper Paleolithic era on Russian plain. *Materialy i issledovaniya po arkheologii SSSR*. 1957. No. 59. 325 p.

Журнал
« Жилищное строительство »
индексируют:



УДК 66.013.51

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-56-64>

А.Б. МОХАММЕД, преподаватель (Abg00@fayoum.edu.eg)
Университет Фаюм, Египет (<http://www.fayoum.edu.eg/english/>)

Интеграция технологий информационного моделирования зданий (BIM) и виртуальной реальности для повышения эффективности эксплуатации объектов строительства

При назначении технических характеристик здания необходимо учитывать все этапы его жизненного цикла. Этот процесс сопряжен с необходимостью определения ключевых показателей эффективности объекта (KPI), особенно для стадии его эксплуатации. Наиболее эффективные подходы определения данных показателей связаны с применением технологий информационного моделирования зданий и виртуальной реальности. В работе проанализированы возможности совместного использования данных технологий на стадии эксплуатации здания. Предложены методы повышения ключевых показателей эффективности объекта, а также подход к динамическому анализу характеристик здания непосредственно его жителями в ходе его эксплуатации.

Ключевые слова: BIM, информационное моделирование зданий, виртуальная реальность, ключевые показатели эффективности, жизненный цикл здания.

Для цитирования: Мохаммед А.Б. Интеграция технологий информационного моделирования зданий (BIM) и виртуальной реальности для повышения эффективности эксплуатации объектов строительства // *Жилищное строительство*. 2020. № 1–2. С. 56–64. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-56-64>

A.B. MOHAMMED, Lecturer, Assistant Professor (Abg00@fayoum.edu.eg)
Fayoum University (<http://www.fayoum.edu.eg/english/>)

Integration between BIM and Virtual Reality for Enhancing the Building and Occupants During the Operational Phase

The performance level of a building is a measure of its success and failure throughout its life cycle. That leads the study to investigate key performance indicators (KPIs) to be measured, evaluated, and improved, especially during the operational phase. Consequently, the research adopts BIM technology and Immersive Virtual Reality (IVR) to model and represent an actual building in a virtual model for conducting the studies and alternatives to save time, effort, and cost, also to increase confidence in the expected results. Moreover, the example of a building used IVR and examples used BIM were analyzed to demonstrate that KPIs need to integrate BIM platforms with IVR technology. Therefore, increasing the efficiency of dealing with all indicators to measure and evaluate the responses and interactions of occupants with alternatives and solutions of this virtual model to develop and improve KPIs. Eventually, deducing and formulating a framework for dynamic interaction between a building and its occupants by integrating BIM and IVR to deal with KPIs.

Keywords: BIM, Immersive Virtual Reality (IVR), Key Performance Indicators (KPIs), Operational; Integration.

For citation: Mohammed A.B. Integration between BIM and virtual reality for enhancing the building and occupants during the operational phase. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 1–2, pp. 56–64. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-56-64>

Success and failure of a building are measured by what it has achieved from the required performance at the design phase during the operation phase. The built environment has a critical impact on the operation and efficiency of a building. By controlling, optimizing, and modifying the built environment; it can meet the required efficiency of performance [1, 2]. Therefore, to measure the effectiveness of operating a building and achieve the highest level of required performance. It is necessary to

evaluate the actual performance of a building and measure the changes in the productivity and motivations of occupants. Here, the need for indicators appears that can through to measure and evaluate the performance of a building and occupants. It is vital to identify KPIs that should not aim at reducing the operating costs, but also improving the operational efficiency [3]. These indicators need tools and means that help to measure them by representing and modeling to can present proposals and al-

ternatives in a virtual reality that is really like the actual building. This interaction depends on developments in the sensor technologies and biometric sensors that offer opportunities to gather information in a synchronized time of both the activities of the building and the behavior patterns of the occupants. This information provides the confirmed reasons behind the particular behaviors of occupants [4]. It has to be provided a framework of the dynamic interaction between a building and its occupants because there is not a correlation between information sets reflect dynamic changes inside a building and spatial behavior states of occupants. Besides, BIM studies present an environment to building managers and what can experiment of an automatic natural interaction of occupants with their building to efficiently access their required performance using the information from BIM with minimum costs [5].

Research problem

Problems of buildings have emerged in the operational phase and impacted performance and productivity. As well, they may affect a building life period for several reasons:

- Lack of clarity, identifying, and describing KPIs that control in operating a building and occupants' productivity;
- KPIs are not reviewed or monitored periodically to identify the causes of problems and obstacles affecting a building and its occupants;
- Lack of employing technical tools and means to monitor, control, measure, and evaluate performance periodically;
- These tools and techniques do not use to propose solutions and alternatives to raise the performance of a building and occupants and review KPIs after improving and addressing problems that emerged in reality with minimum costs;
- Lack of controlling in interactions between a building and occupants, which harm performance and productivity and absents a framework of these interactions.

Research aim and objectives

The study aim is to evaluate and improve KPIs of the built environment in the operational phase by a comprehensive framework of the dynamic interaction between a building and occupants to control and enhance those indicators by integrating BIM with IVR. The objectives of this study:

- To collect and define the KPIs of a building and its occupants;
- To profit from BIM potentials through representing, modeling buildings, and helping to measure and apply KPIs on a virtual model to save time, effort, and money. Therefore, it can be developed the actual

building by solutions and proposals are provided in this virtual model;

- To profit from IVR potentials by linking and integrating with BIM, which helps users to interact with this virtual model and evaluate it;
- To formulate a framework to control the dynamic interaction between a building and its occupants that controls in KPIs through measuring, evaluating, and improving by BIM linked to IVR.

Research methodology

The theoretical approach depended on summarizing, identifying, and classifying KPIs based on the literature survey. The analytical approach addressed the applying challenges of KPIs. Moreover, which means will be used to review and observe periodically to recognize problems and obstacles affecting the performance of a building and occupants. The practical-analytical approach to utilizing and employing BIM as a technical tool and a mean for modeling a building to control, measure, and evaluate KPIs periodically and the synchronized way after linking to IVR as an immersive interactive environment. Besides an applied example of using IVR was analyzed and how to employ and benefit from it to measure and evaluate built environment components and humanitarian aspects. Then the paper will study and analyze case studies have applied BIM to evaluate their buildings after operating to determine any KPIs was evaluated and can in which degree to enhance and raise the efficiency of KPIs. The inductive approach proposed a dynamic interaction framework between the building performance and its occupants, which controls in KPIs to be measured, evaluated, and improved by BIM linked to IVR.

Key performance indicators (KPIs)

The performance measurements have not to focus primarily on financial issues, current measurement practices and emphasize aspects like the commercial, work goals, motivate, comfort, and satisfaction [6]. The mutual metrics reveal the performance level of a building like those are correlating to aspects of financial and the built space, but do not indicate presented contribution to strategic results of an enterprise [7, 8]. The performance indicators always need to deal with and control that represent core requirements and limitations in operating a building like communication; emergencies preparedness and business continuity; environmental management and sustainability finance and business; human factors; leadership and strategy operations and maintenance project management; quality; real estate and property management; and, technology [9]. KPIs are as a type of metrics to measure the degree of performance of systems, processes, or services inside a building. The pur-

pose of gathering information and calculating KPIs is to analyze the effectiveness and efficiency of measures, which have been taken to improve planning and service processes [10, 11]. Therefore, those KPIs need to meet basic requirements and needs:

- The experimental and operational goal: KPIs must reflect the overall project's aims and be able to measure meeting occupants' needs, also all costs and effort;
- Precision and inclusive: Describing and estimating of KPIs must not neglect any scope for argument or manipulation;
- Controllability: KPIs should be the cause of intelligent decisions as new variables can be controlled by these adequate decisions. Therefore, KPIs demand to be recognized as external variables for planning the performance and services; and
- Measurability: KPIs should be identified clearly and measured quantitatively without any extreme costs. In addition, it should provide the required data.

Hence, the study has followed the classification of indicators in four categories as physical, financial, functional, and survey-based, which depended on the previous studies in Table 1. It should emphasize that the indicators were improved through other studies and are introduced to use in most cases [2, 10]. These KPIs have been classified as unquantifiable or depend on subjective, inherent opinions or self-estimation as "survey-based" KPIs [8]. Major thirty-five indicators were defined by the previous studies to establish sets of KPIs. The introduced list of indicators reflects researchers' views and perception. In a survey study was conducted on the industry representatives' opinions were obtained by the brief of eleven the building management professionals who were involved in the building management services and consultancy [1].

- **Physical Indicators:** the appropriateness and efficiency have been required to achieve functions, space quality, accessibility, and resource consumption.
- **Financial Indicators:** Those all correlate to cost are collected to show costs and payment. They provide an immediate evaluation can be utilized to make decisions.
- **Functional Indicators:** organizational or business mission, employees, and other support aspects in terms of adequacy of occupants and productivity. Hence, they will reveal the state of spaces, productivity, and change rates, which measure occupants' satisfaction.
- **Survey-Based Indicators:** They cannot quantify or are collected by meeting occupants. Surveys use a questionnaire typically in which the questions depend on the type of study like permanent or temporary occupants, and any other that the study needs. They can be useful to measure the environmental and psycho-

logical aspects where the highest importance is given based on reactions and opinions.

Challenges and obstacles in measuring KPIs

Through the previous presentation of the key performance indicators and their classification. The study has taken into consideration the challenges to apply and utilize KPIs [2, 13]: choosing the related KPIs; documenting KPIs clearly and accurately; collecting data on KPIs; analyzing the origin causes of low performance and coming up with recommendations; making decisions based on KPIs results; dealing with indicators by: A – periodic follow-up, B – make decisions continuous of improvement (Resources), and C – engage stakeholders.

BIM as a technical tool for dealing with KPIs

Needing for Building Information Modeling (BIM) has lately increased as much international company and government taking the initiative to support BIM in a building life cycle. Moreover, BIM ensures to benefit from efficient information in building management [14]. There will be an improvement of the life quality in the workplace because BIM encompasses multiple disciplines to ensure the highest functionality and productivity of the built environment by integrating occupants, place, processes, and technology [9, 15]. The BIM application platforms like (Revit-ArchCAD-Bentley); BIM project management and coordinating like (Tekla-Vico-Bentley-ProjectWise); and, BIM energy study tools like (Green Building Studio – Energy Plus – Integrated Environmental Solutions) [16]. Therefore, employing BIM for building management at the occupancy and operational phase can benefit from BIM not only for 3D visualization purposes, but also for controlling, measuring, and evaluating KPIs, space planning, renovation, or maintenance by modeling and representing a building, elements, and systems that always contributes in operating to support KPIs synchronized periodically [5, 17]. An integrated BIM system is capable of supporting operations of the building management comprehensively. Motivating possibilities for partners to adopt BIM during operating the building in cases of evaluating the design, The potentialities of partners are being motivated to adopt BIM during operating a building and evaluating design cases, infrastructure complexity, sustainability, cost, reliability, and management [18]. In addition to BIM will help: to efficiently perform a building permit; to use visual and intelligent metrics to rapidly evaluate the retrofit impact and maintenance; to quickly gather and edit building operations databases; and, to manage built environment from Mechanical, Electrical, and Plumbing (MEP) systems with BIM asset operating tools. The advantages of integrating BIM at the operational phase: the cost of effective operation; shorter time for making decisions; resource for making decisions;



*Рис. 1. Показывает среду без погружения (слева) и среду погружения — стереоскопическая визуализация (справа)
Fig. 1. Shows the non-immersive environment (left) and the immersive environment (right) [21]*

better way for documentation systems; flexible collaboration and work; updated information; and, conflicts discovery [9]. Building management practices contribute 5–10% of the gross national product of some countries, and the full costs during the building life cycle may be seven times higher than the initial costs [19]. A key set of activities during operation related to maintenance and repair and some unnecessary costs happen while performing them. In another study, BIM could be implemented and benefited for different application areas of the building operations such as: locating building elements; facilitating real-time data access; 3D visualization; checking; maintainability; marketing; creating and updating digital data; space supervision; risk management; planning and feasibility studies for non-capital construction; managing and monitoring energy; and, self-education and improvement [14, 17]. Five main challenges must be overcome to promote suitable BIM models for managing sustainable operational: identifying critical required information to inform operational decisions; the high level of effort to create new or modified existing BIM models for the buildings; information transfer is managing between actual time operations, control systems, and BIM model; dealing with uncertainty based on incomplete documents of a building; and, the behavior of dealing with spaces, the building elements, and occupants' productivity [18, 20].

Integration immersive virtual reality (IVR) with BIM

Automatic natural interactions between the occupants, an environment, and a building can be controlled and monitored to observe reactions [21]. Therefore, evaluating those reactions and the spatial perception of a user for doing efficient procedures to access their required performance by linking BIM with IVR as the immersive environment to represent occupants' behaviors within an environment was built by BIM. Thus, it will help

to save time and costs, also access to decisions that help to develop performance as soon as possible. Virtual Reality (VR) is described as a reality and immersive simulation of a 3D environment that was created using interactive software and hardware experienced and controlled by body movement [22, 23]. Adopting the building representation is near to the human experiment in the reality that will promote the development of buildings correspond with actual users. The differences between non-immersive and immersive virtual reality is accurately the degree of presence or engagement where the immersive sample strives to improve by utilizing stereoscopic visualization and other means as Fig. 1. As the perception process continues to enter via various sensory stations, so the immersive preparation gives the more interfaces, the more likely it is to facilitate extraordinary levels of attendance [21, 24].

In immersive environments; stereoscopes; widely view fields; and, high interaction that are critical elements for reaching the highest presence levels. The presence affected by environmental factors and personal tendencies. For example, one's ability to do selective attention (concentrating on virtual motives and ignoring motives from the physical environment) be relevant to experience powerful presence degrees [24]. Due to the level of spatial perception solely; it cannot forecast the degree of attendance and the quality of design proposals [22]. Thus, the lack of attendance is the reason for low spatial perception [25].

Investigating and analyzing an applied example of IVR to evaluate KPIs

Explaining how to use and benefit from IVR to measure and evaluate built environment components and humanitarian aspects. Another study executed an experiment at the entrance hall of the architecture school building

in Brazil was selected as a physical environment can be modeled as in Fig. 2 by these procedures [21].

First, the choice guidelines were to obtain the required data for making the two 3D models; the physical space; the adequate level of complexity; the variety (Proportions-Structure elements-Shapes); and, physical nearness to the laboratory for the immersive environment to be established. Second, the two virtual models optimized concerning each platform. The first virtual model produced by AutoCAD utilizing Sketch Up platform is non-stereo to experiments in a non-IVR environment. The second model using the Unity platform that allowed for converting the regular 3D model into a stereoscopic model to examine inside the immersive environment. Consequently, the second model is a stereoscopic version of the first: the same design of the floor surface, material, and illumination. Both simulations could be categorized as a modest exploratory virtual reality (Revit as a BIM platform could use to represent or model that model). The exploratory virtual reality is where a user able to investigate the environment by identifying a person's path, pausing at aimed locations, and concentrating on specific elements. The term modesty is relevant to the level of reality of a 3D model that has low-resolution render influences like (Illumination-Shade-Shadow-Material). Both models operate on the same workstation and utilize the same interaction devices. Third, preparing the three-different questionnaires for each environment: (the non-immers-



Рис. 2. Представление и модель IVR холла Школы архитектуры и дизайна, UFMG, Бразилия [21]

Fig. 2. Shows the representation and model of IVR of the Entrance Hall of Architecture and Design School, UFMG, Brazil [21].

sive; immersive; and, physical). Required questions are arranged to motivate the respondent perception of space elements. Fourth, a preliminary experiment was conducted to test the equipment and perform final adjustments. From fifth to eighth are procedures for gathering data and were executed in this order, with one respondent at a time. Respondents interacted with the non-immersive, immersive, and physical environment. In the ninth step, the responses in three environments were compared. The

Таблица 1
Table 1

Четыре категории KPI [1–3, 6–8, 10–12]
Shows the four categories of KPIs [1–3, 6–8, 10–12]

Physical	Financial	Functional	Survey-based
The building state (quantitative): Building Performance Index (BPI)	Operating costs.	Productivity	Users' satisfaction with services
The building state (qualitative): maintenance; physical state; sanitary; plumbing; mechanical services; lighting; electrical	Occupancy costs	Parking	Community satisfaction and participation
Property and real estate	Capital costs	Employee or occupant's turnover rate	The learning environment, its appropriateness (building-functions)
Waste	Utility costs	Mission Dependency Index (MDI) and vision	Appearance
Safety and health	Building maintenance cost	Occupant's satisfaction with function or service	
Indoor environmental quality (IEQ)	Grounds-keeping costs	Adequacy of space	
Accessibility for handicapped	Guarding Cost	The learning environment and functional suitability	
Energy resource consumption: use net annual energy; natural gas; electric	Current replacement value (CRV)	Community satisfaction and participation	
Resource consumption – water	Deferred maintenance, and deferred maintenance backlog	Appearance	
Resource consumption – materials	Capital renewal	Space utilization	
Security	Maintenance efficiency Indicators (MEI)		
Site and location	Building condition index (FCI)		
	Movement costs		

respondent was not expected to be accurate in perceiving the immersive environment exactly as the physical environment, despite the perception decreased inside the non-immersive environment. Finally, these comparisons will show the perception of maintenance indexes, which will serve for all subsequent analysis and enhancements from KPIs as in Table 1.

Therefore, from the mentioned case study; these motivating alternatives and application fields will play a very significant role during using BIM in a building. BIM will integrate with new programs to capture information as IVR through it can operate a building in an easy way. Hence, IVR will support interaction with the required BIM information in a studied building and take into account human aspects and productivity. BIM and IVR are used, employed and integrated into the building management operations are still new, and there is little practical data on these issues. The studies have used ways like on-line-surveys and scenarios to examine the use and integration of BIM and IVR for operating and occupying a building ideally and efficiently. IVR as apart from the mixed intelligent reality is a progression of conventional virtual reality environments and the most hopeful expression of ambient intelligence. IVR provides a user to see the real world, with virtual objects overlapped or composited with the real world. Therefore, IVR adds reality, rather than completely replacing it. That makes IVR is a good choice to manage a building and traditional tasks based on the live show of spaces that can integrate into databases and they need all in one interface. The study of IVR helps to solve real-world problems because there is no need for a distracting switch domain. Furthermore, since building managers are continually moving through spaces, having a portable to a computer or a mobile device will be beneficial if they were to employ IVR in their responsibilities [22]. Having a sophisticated and comprehensive BIM model includes the required information. Besides a 3D model of all elements and systems in a building can be used as a database that can be integrated with IVR to provide an intelligent environment for building managers to examine the level of processes of operating and maintenance [26].

Analyzing the applied examples of BIM to evaluate KPIs

In this section, the study will investigate and analyze case studies have applied BIM to evaluate their buildings after operating to determine any KPIs were evaluated to can develop, enhance, and increase the efficiency their KPIs as in Table 2, these cases:

1. The first: a parking garage project its structure made of the precast concrete [27].
2. The second: a sports complex, including a baseball stadium and clubhouse [27].

Таблица 2
Table 2

Контрольный список KPI, которые были измерены и оценены для каждого случая
Shows the checklist of KPIs that each case had been measured and evaluated

KPIs	The case					
	1	2	3	4	5	
Physical	A physical building state (quantitative): Building Performance Index (BPI)	✓	✓	✓	✓	✓
	A physical building state (qualitative): maintenance; physical state; sanitary; plumbing; mechanical services; lighting; electrical	✓	✓	✓	✓	✓
	Property and real estate			✓		
	Waste			✓	✓	✓
	Safety and health	✓	✓	✓	✓	
	Indoor environmental quality (IEQ)			✓	✓	✓
	Accessibility for handicapped			✓	✓	✓
	Resource consumption energy: use net annual energy; consumption; natural gas; electrical				✓	
	Resource consumption – water				✓	
	Resource consumption – materials: material consumption				✓	✓
	Security			✓	✓	
	Site and location			✓		
	Financial	Operating costs	✓	✓	✓	✓
Occupancy costs		✓	✓		✓	
Utility costs		✓	✓	✓	✓	✓
Capital costs				✓		
Building maintenance cost		✓	✓		✓	
Groundskeeping cost						
Guarding Cost					✓	
Current replacement value (CRV)		✓	✓	✓	✓	
Deferred maintenance, and deferred maintenance backlog		✓	✓	✓	✓	✓
Capital renewal		✓	✓	✓		✓
Maintenance efficiency indicators (MEI)		✓	✓		✓	✓
Building condition index (FCI)		✓	✓	✓	✓	
Movement costs		✓	✓		✓	✓
Functional	Productivity			✓	✓	✓
	Parking			✓		
	Employee or occupant's turnover rate					✓
	Mission Dependency Index (MDI) and vision			✓	✓	
	Customer/building occupant satisfaction with products or services	✓	✓	✓	✓	✓
	Adequacy of space			✓	✓	✓
	The learning environment, educational suitability, and functional suitability			✓	✓	✓
	Community satisfaction and participation			✓	✓	✓
	Appearance			✓	✓	✓
	Space utilization	✓	✓	✓		✓
Survey-Based	Customer or building occupants' satisfaction with products or services	✓	✓	✓	✓	✓
	Community satisfaction and participation				✓	✓
	Learn environment, educational suitability, and appropriateness			✓	✓	✓
	Appearance			✓	✓	✓

3. The third: a municipal Centre with commercial buildings and the new Vilnius County building, in Lithuania, north-eastern Europe [28].
4. The fourth: Kerr hall east at Ryerson University in Toronto, Ontario, Canada [20].
5. The fifth: the case using IVR that previously mentioned to measure and evaluate the components of the built environment and humanitarian aspects [21].

After KPIs have been reviewed and collected as a checklist in the above table from the previous study cases was addressed in other researches. The study found the four cases focused on physical environment aspects more than behavior and performance aspects of users like productivity, users' comfort, and positive interaction with built environment elements. In addition to the study found that the fifth case used IVR technology, which focused on users' interaction with components and elements of the built environment and indicators need to be a practical survey from occupants even if only at the expense of financial indicators. Consequently, the research aim is to deal with these indicators and consider them at the operational and occupancy phase through integrating BIM and IVR for treating deficiencies and obstacles them to evaluate and improve the performance of a building and occupants. Thus, the need has emerged for a framework for dynamic interaction between a building and its occupants, which controls in KPIs to evaluate and improve them by BIM based on IVR.

A proposed framework of a dynamic interaction between its occupants through integrating BIM with IVR

As an inductive approach; the study proposes this new comprehensive framework and modeling system supports the dynamic interaction of the building spaces and occupants to collaborate towards improving productivity (the performance of the building spaces and occupants) and the sustainability of the built environment. The proposed framework steps are: to check the building spaces and occupant conditions; to perform feedback: presenting information about each part about own condition; transparency principle: providing information about the state of a building and occupants; to represent and model the building with all components and systems using BIM; to link the BIM model with IVR; to study and analyze a building by IVR was discussed in this paper and all other available methods (questionnaires and surveys) of gathering and analyzing information to deal with all them; to establish the common working field: defining KPIs of balancing the goals and constraints of a building and occupants; to make mutual decisions by analyzing procedural alternatives of a building and occupants to achieve the common purpose; to develop the BIM model; to repeat the sixth step; to take procedure (based on KPIs by measuring and

evaluating); and, to offer the proposals, solutions, and recommendations to enhance and support KPIs at the operational phase (or return to the tenth step). The framework steps represent periodic cycles of the dynamically interactive dialog between a building and its occupants to achieve the balancing sustainability of the building performance and its occupants. Supporting more holistic related data set and analytics focused on spatial, temporal, and psychophysiological states, the framework uses qualitative and quantitative tools to collect the required information types and the appropriate metrics through a virtual model of the actual building.

Discussion

The KPIs that were studied as in Table 2 according to the individual conditions and the purpose of each project. The KPIs that were not included in the previous studies (at the first, second, third, and fourth cases) were addressed in the fifth case of IVR because either the building didn't provide other means and systems to serve all KPIs or the BIM models of those cases were not linked with IVR or another technology. In the case study of IVR was analyzed and motivated occupants' spatial perception of the following: vertical distance; area; quantifying; horizontal distance and between elements, shape; and, positioning. In addition to the BIM model can provide them to measure and evaluate, but the occupants' reaction remains the influential factor within objective questions with equivalent choices; the questions were taken to motivate the occupant's perception to evaluate the occupation efficiency. Therefore, the case study of the IVR could use the BIM platforms rather than the used software where it can benefit Interferences between different disciplines in the modeling stage, which hinder unifying the team's goal and working to make it more successful that needs much effort to resolve. The difference in results between the studied BIM model and actual reality in nature in most cases because of potentials. Researchers and users of this new method accepted and understood for measuring and evaluating performance by minimum costs throughout all phases. Methods of data gathering and survey are used to analyze, measure, evaluate occupants' interactions in the built environment, also develop interaction between them to be more positive that may impact on the result.

Conclusions

The research has demonstrated the importance linking BIM to IVR and confirmed that through a proposed framework of interaction between a building and its occupants to measure and evaluate KPIs at the operational phase; also, controlling in the required productivity level by those KPIs. The research has addressed the KPIs were collected from previous studies and reviewed them in the cases addressed KPIs to check and evaluate in

the buildings at the operational phase. Besides, there were deficiencies and obstacles at measuring and applying KPIs because of the limited BIM model can deal with human aspects and measure KPIs associated with it. Hence, the fifth case study that based on IVR enabled from measuring, evaluating, developing, and dealing with KPIs related to the humanitarian aspects and productivity after using IVR technology as was presented in the paper. In addition to reducing differences often occurs between what specialists hoped; what is actual; and the minimum cost, effort, and time. All of these push at the end of the study to formulate a framework for managing the dynamic interaction between a building and its occupants to can apply a BIM model linking to IVR at the building in the operational and occupancy phase to deal with all KPIs. The research has presented a proposal for dealing with KPIs through technological tools to measure, evaluate all types of indicators, then support, and improve them with the maximum accuracy in the operational phase and their relationship with occupants' performance. Furthermore, there may be other methods will be presented by researches and other studies that need to be investigated and evaluated in the future. Besides, future projects can benefit from this study to apply BIM linked to IVR in their life cycle phases and introduce proposals for evaluating and improving their KPIs as the initiative to promote BIM in building life cycles.

References

1. Lavy S., Garcia J.A., Dixit M.K. Establishment of KPIs for facility performance measurement: Review of literature. *Facilities*. 2010. Vol. 28, pp. 440–464. doi: 10.1108/02632771011057189
2. Kyllili A., Fokaides P.A., Jimenez P.A. Lopez. Key Performance Indicators (KPIs) approach in buildings renovation for the sustainability of the built environment: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016. 56, pp. 906–915. Doi: 10.1016/j.rser.2015.11.096
3. Hooper P., Knuiman M., Foster S., Giles-Corti B. The building blocks of a “Liveable Neighbourhood”: Identifying the key performance indicators for walking of an operational planning policy in Perth, Western Australia. *Health Place*. 2015. Vol. 36, pp. 173–183. Doi: 10.1016/j.healthplace.2015.10.005
4. Grey F., Fruchter R. Modelling the Dynamic interaction between building performance and occupant well-being. *Conference: ASCE International Workshop on Computing in Civil Engineering*. 2017. Vol. 3, pp. 326–334. doi: 10.1061/9780784407943
5. Gheisari M., Goodman S., Schmidt J., Williams G., Irizarry J. Exploring BIM and mobile augmented reality use in facilities management. *Conference: Construction Research Congress*. 2014, pp. 1941–1950. Doi: 10.1061/9780784413517.198
6. Li Y., O'Donnell J., Garcia-Castro R., Vega-Sánchez S. Identifying stakeholders and key performance indicators for district and building energy performance analysis. *Energy and Buildings*. 2017. Vol. 155, pp. 1–15. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.09.003>
7. González-Gil A., Palacin R., Batty P. Optimal energy management of urban rail systems: Key performance indicators. *Energy Conversion and Management*. 2015. Vol. 90, pp. 282–291. doi: 10.1016/j.enconman.2014.11.035
8. Lavy S. A Literature review on measuring building performance by using key performance indicators. *Architectural Engineering Conference (AEI)*. 2011, pp. 369–377. [https://doi.org/10.1061/41168\(399\)48](https://doi.org/10.1061/41168(399)48).
9. Aziz N.D., Nawawi A.H., Ariff N.R.M. Building information modelling (BIM) in facilities management: opportunities to be considered by facility managers. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2016. Vol. 234, pp. 353–362. doi: 10.1016/j.sbspro.2016.10.252.
10. AL Waer H., Clements-Croome D.J. Key performance indicators (KPIs) and priority setting in using the multi-attribute approach for assessing sustainable intelligent buildings. *Building and Environment*. 2010. Vol. 45. Iss. 4, pp. 799–807. doi: 10.1016/j.buildenv.2009.08.019
11. Meier H., Lagemann H., Morlock F., Rathmann C. Key performance indicators for assessing the planning and delivery of industrial services. *Procedia CIRP*. 2013. Vol. 11, pp. 99–104. doi: 10.1016/j.procir.2013.07.056
12. Parmenter D. Key performance indicators: developing, implementing, and using winning KPIs. John Wiley & Sons. 2015. 444 p.
13. Scheer A.W., Jost W., He H., Kronz A. Corporate performance management: ARIS in practice. 2006. doi: 10.1007/3-540-30787-7
14. Giuda G.M. Di, Villa V., Piantanida P. BIM and energy efficient retrofitting in school buildings. *Energy Procedia*. 2015. Vol. 78, pp. 1045–1050. doi: 10.1016/j.egypro.2015.11.066.
15. He Q., Wang G., Luo L., Shi Q., Xie J., Meng X. Mapping the managerial areas of Building Information Modeling (BIM) using scientometric analysis. *International Journal of Project Management*. 2017. Vol. 35, pp. 670–685. doi: 10.1016/j.ijproman.2016.08.001.
16. Abanda F.H., Tah J.H.M., Cheung F.K.T. BIM in off-site manufacturing for buildings. 2017. *Journal of Building Engineering*, pp. 89–102. doi: 10.1016/j.jobbe.2017.10.002.
17. Smits W., van Buiten M., Hartmann T. Yield-to-BIM: impacts of BIM maturity on project performance. *Building research and information*. 2017. Vol. 45, pp. 336–346. doi: 10.1080/09613218.2016.1190579

18. Jung Y., Joo M. Building information modelling (BIM) framework for practical implementation. *Automation in Construction*. 2011. Vol. 20. Iss. 2, pp. 126–133. doi: 10.1016/j.autcon.2010.09.010.
19. Golabchi A., Akula M., Kamat V.R. Leveraging BIM For Automated Fault Detection In Operational. *Conference: 30th International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining; Held in conjunction with the 23rd World Mining Congress*. 2013. 48109, pp. 1–11. Doi: 10.22260/ISARC2013/0020
20. McArthur J.J. A building information management (BIM) framework and supporting case study for existing building operations, maintenance and sustainability. *Procedia Engineering*. 2015. Vol. 118, pp. 1104–1111. Doi: 10.1016/j.proeng.2015.08.450
21. Paes D., Arantes E., Irizarry J. Immersive environment for improving the understanding of architectural 3D models: Comparing user spatial perception between immersive and traditional virtual reality systems. *Automation in Construction*. 2017. Vol. 84, pp. 292–303. doi: 10.1016/j.autcon.2017.09.016
22. Brooks A.L. Technologies of Inclusive Well-Being. 2014. doi: 10.1007/978-3-642-45432-5
23. Fernando T.P., Wu K.-C., Bassanino M.N. Designing a novel virtual collaborative environment to support collaboration in design review meetings. *Journal of Information Technology in Construction*. 2013. Vol. 18, 372–396.
24. Moreno A.M. Contribución de los huertos urbanos a la salud. *Habitat y Sociedad*. 2013. Vol. 6, pp. 85–103. <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/48353>
25. Faas D., Bao Q., Frey D.D., Yang M.C. The influence of immersion and presence in early stage engineering designing and building. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing (AIE-2013-021)*. 2014, pp. 139–151. doi: 10.1017/S0890060414000055
26. Berg L.P., Vance J.M. An Industry case study: investigating early design decision making in virtual reality. *Journal of Computing and Information Science in Engineering (JCISE)*. 2016. Vol. 17. 011001. <https://doi.org/10.1115/1.4034267>
27. Won J., Lee G. How to tell if a BIM project is successful: A goal-driven approach. *Automation in Construction*. Vol. 69, pp. 34–43. Doi: 10.1016/j.autcon.2016.05.022
28. Migilinskas D., Popov V., Juocevicius V., Ustinovichius L. The benefits, obstacles and problems of practical bim implementation. *Procedia Engineering*. 2013. Vol. 57, pp. 767–774. doi: 10.1016/j.proeng.2013.04.097.

XV Международном симпозиуме по реологии грунтов

«Теория и практика фундаментостроения»

3–5 июня

2020 г.

Место проведения

Казанский государственный архитектурно – строительный университет, г. Казань ул. Зелёная д. 1

Организаторы XV Международного симпозиума по реологии грунтов:
Российское общество по механике грунтов геотехнике и фундаментостроению (РОМГГиФ)

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Министерство строительства архитектуры и жилищно-коммунальных хозяйств Республики Татарстан

Тематика конференции

- Теория и реологические модели грунтов
- Экспериментальная реология грунтов
- Теория и расчетные модели грунтов, опыт решения геотехнических задач
- Экспериментальные исследования геотехнических систем
- Аналитические решения на основе реологических моделей
- Численное моделирование НДС массивов на основе реологических моделей

Организационный комитет

XV Международного симпозиума по реологии грунтов

Председатель: Низамов Р.К. – ректор КГАСУ д.т.н. профессор

Зам. председателя: Мирсяпов И.Т. – зав кафедрой ОФДСиИГ КГАСУ д.т.н., профессор Тер-Мартirosян З.Г. – проф. кафедры Геотехники НИУ МГСУ д.т.н. профессор

Секретариат

Королева И.В. – КГАСУ г. Казань Сабирзянов Д.Д. – КГАСУ г. Казань

Адрес секретариата

420043 г. Казань ул. Зелёная 1 КГАСУ, каф. ОФДСиИГ Тел. 8-095-170-27-67 (Фурсова Г.К)
Тел. 8-843-510-47-15 (Королева И.В, Сабирзянов Д.Д.) Факс 8-843-238-79-72, e-mail: mirsayapov1@mail.ru

Информационные спонсоры

Научно-технический журнал «Основания, фундаменты и механика грунтов»
Журнал «Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета»
Журнал «Жилищное строительство» Журнал «Строительные материалы»®

УДК 699.841

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-65-71>

А.В. МАСЛЯЕВ, канд. техн. наук (victor3705@mail.ru)

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

Авторская парадигма строительной системы России

По ряду нормативных документов РФ строительного содержания более половины огромной территории России может быть подвержена воздействиям опасных природных явлений, поэтому главной целью строительной системы России на этих территориях должна быть защита населенных пунктов при вероятных опасных природных воздействиях. Строительная система России обязана учитывать и вывод ученых о том, что место, время и интенсивность очередного опасного природного явления сегодня предсказать невозможно. Для защиты населенных пунктов от опасных природных воздействий строительная система России обязана признать их объектами капитального строительства. Но современная парадигма строительной системы России не признает населенные пункты объектами капитального строительства. Именно поэтому федеральные законы и нормативные документы РФ строительного содержания предусматривают расчет наиболее массовых жилых и общественных зданий только на самые минимальные опасные природные воздействия. Более того, даже на повторяющиеся в последние годы катастрофические затопления некоторых населенных пунктов в России отсутствует профессиональная реакция Правительства Российской Федерации в виде, например, заключения об основных инженерных причинах их затопления и конкретных мер по их устранению. В статье обосновывается авторская парадигма для строительной системы России, главной целью которой является признание населенных пунктов России самыми крупными объектами капитального строительства с расчетом их на воздействия максимальных опасных природных явлений.

Ключевые слова: землетрясение, опасные природные воздействия, здание, сейсмоопасная территория, населенный пункт, защита жизни людей, федеральный закон, нормативный документ.

Для цитирования: 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>

A.V. MASLYAEV, Candidate of Sciences (Engineering) (victor3705@mail.ru)
Seismic Research Laboratory (27, bldg. A, rm 51, Zemlyachki Street, Volgograd, 400117, Russian Federation)

Author's Paradigm of the Russian Construction System

According to a number of regulatory documents of the Russian Federation of construction content, more than half of the vast territory of Russia may be exposed to the effects of natural hazards, so the main goal of the Russian construction system in these territories should be the protection of settlements in the event of possible natural hazards. The construction system of Russia must take into account the conclusion of scientists that the place, time and intensity of the next dangerous natural phenomenon cannot be predicted today. To protect settlements against dangerous natural influences, the construction system of Russia is obliged to recognize them as objects of capital construction. But the modern paradigm of the Russian building system does not recognize settlements as objects of capital construction. That is why the federal laws and regulations of the Russian Federation of construction content provide for the calculation of the most mass residential and public buildings only for the most minimal dangerous environmental impacts. Moreover, even to the catastrophic flooding of many settlements that have recurred in recent years in Russia, there is no professional reaction of the government of the Russian Federation in the form, for example, of a conclusion on the main engineering causes of their flooding and specific measures to eliminate them. The article substantiates the author's paradigm for the construction system of Russia, the main purpose of which is to recognize the settlements of Russia as the largest objects of capital construction with their calculation on the impact of the maximum dangerous natural phenomena.

Keywords: earthquake, hazardous natural exposures, building, earthquake-prone territory, settlement, protection of peoples life, federal law, regulatory document.

For citation: Maslyayev A.V. Author's paradigm of the Russian 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>

Разная профессиональная деятельность людей в стране осуществляется, как правило, по строгим нормативным правилам. Совокупность этих правил формирует ту или иную систему. Поэтому результат деятельности какой-либо «системы страны» предо-

пределяется в основном содержанием нормативных документов, которые утверждает правительство страны. Именно поэтому в случае отрицательной деятельности «системы страны» основную причину следует искать в нормативных правилах работы каждого

отдельного элемента. Определение понятия «строительная система России» приведено в [1].

Объективным критерием оценки профессиональной деятельности строительной системы России должна быть защищенность или незащищенность населенных пунктов при произошедших воздействиях опасных природных явлений. Однако, несмотря на тот факт, что на территории населенных пунктов России с определенным постоянством возникают катастрофические последствия (разрушения, затопления зданий с гибелью людей) при воздействии опасных природных явлений, на сегодняшний день в федеральных законах и нормативных документах РФ строительного содержания отсутствует требование анализа учеными основных инженерных причин незащищенности строительных объектов от этих воздействий.

Обязательность анализа катастрофических последствий на территории населенного пункта при воздействии опасного природного явления предопределяется несколькими основными причинами. Первое – факт катастрофических последствий на территории населенного пункта это уже показатель того, что в федеральных законах и нормативных документах РФ строительного содержания предусмотрены заниженные расчетные значения воздействия опасных природных явлений на жилые и общественные здания. Второе – только выявленные учеными основные инженерные причины катастрофических последствий на территории населенного пункта от воздействия опасного природного явления могут служить основанием для корректировки основных положений федеральных законов и нормативных документов РФ строительного содержания с целью исключения повторных катастрофических последствий. Поэтому отсутствие в федеральных законах и нормативных положениях РФ строительного содержания требования по обязательному анализу учеными катастрофических последствий от воздействия опасного природного явления можно классифицировать как нежелание Правительства России прервать, например, образовавшуюся в последние годы цепочку повторных затоплений населенных пунктов России.

Однако такие катастрофические последствия на территории России, как землетрясение в 1952 г. на Камчатке и в 1995 г. на Сахалине с гибелью населения в двух населенных пунктах (г. Северо-Курильск и пос. Нефтегорск), или затопление в июне–июле 2019 г. сотен населенных пунктов в Иркутской и Амурской областях, при которых погибло 25 человек, или затопление временного поселения рабочих 19 октября 2019 г. в Красноярском крае с гибелью 18 человек по причине разрушения сразу нескольких «кустарных» земляных дамб свидетельствуют только о незащи-

щенности населенных пунктов (поселений) при опасных природных воздействиях [2].

Поэтому для общего анализа деятельности строительной системы России рассмотрим содержание основных положений федеральных законов РФ № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации» и основных нормативных документов РФ СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах», ГОСТ 27751–2014 «Надежность строительных конструкций и оснований».

Согласно положениям вышеуказанных федеральных законов и нормативных документов РФ степень защиты жизни и здоровья людей зависит от принятого уровня ответственности прежде всего наиболее массовых жилых и общественных зданий. Особенность этой классификации строительных объектов заключается в том, что здания и сооружения с повышенным уровнем ответственности согласно требованиям федеральных законов и нормативных документов РФ строительного содержания должны рассчитываться на максимальные воздействия опасных природных явлений, а здания и сооружения с нормальным уровнем ответственности – только на минимальные воздействия этих опасных явлений. Так, расчет по формуле 1 СП 14.13330.2018 показывает увеличение расчетной сейсмической нагрузки на жилое здание с повышенной ответственностью по сравнению с нагрузкой на такое же жилое здание с нормальной ответственностью примерно в три раза [3]. Именно поэтому можно утверждать, что определение уровня ответственности зданий и сооружений является самым главным вопросом при их проектировании, от которого в основном и зависит степень защиты жизни и здоровья людей от воздействия опасных природных явлений.

Обоснование элемента строительной системы России для определения уровня ответственности строительных объектов

Прежде чем оценивать назначение строительной системой России конкретного элемента для определения уровня ответственности строительных объектов, вначале перечислим примерный перечень основных теоретических положений строительной науки, который обязаны учитывать специалисты при решении этой строительной задачи. Как известно, на огромной территории России расположены сотни населенных пунктов с индивидуальными природно-климатическими условиями, учитывать которые требуют нормативные документы РФ при возведении строи-

тельных объектов. Даже различная профессиональная деятельность людей в каждом населенном пункте предопределяет и разную численность населения, что в обязательном порядке также отражается на строго индивидуальной структуре их капитальной застройки.

В России имеется немало примеров, когда на сейсмоопасных окраинных территориях Дальнего Востока во многих населенных пунктах основной этажностью являются двух-трехэтажные жилые и общественные здания. Поэтому можно говорить, что каждый населенный пункт, особенно на окраинных сейсмоопасных территориях России, является объектом капитального строительства со строго индивидуальными градостроительными характеристиками. Более того, на сейсмоопасных территориях России в разных грунтовых толщах при землетрясении, как правило, значительно различаются затухания сейсмических волн и соответственно сами характеристики сейсмических воздействий на здания и сооружения. Именно поэтому сейсмологи вынуждены создавать региональные каталоги землетрясений [4] и банки региональных синтетических акселерограмм [5].

Но при этом специалистам известна еще и такая особенность при определении основных характеристик строительных объектов, как запрет возводить на сейсмоопасных территориях здания и сооружения с динамическими параметрами, значения которых могут совпадать с параметрами сейсмических воздействий, так как в их конструкциях могут возникать разрушительные явления резонанса, что может повлечь гибель людей в зданиях. В связи с этим можно даже привести пример трагических последствий из-за неправильного выбора конструктивных решений жилых зданий при застройке городов Северной Армении [6].

Как известно, динамические параметры зданий и сооружений зависят и от их этажности, поэтому выбор основной этажности жилых и общественных зданий на территориях разных населенных пунктов также следует считать строго индивидуальной работой региональных специалистов. К тому же при разработке генеральных планов населенных пунктов России в п. 4.7 СП 42.13330.2016 также указывается обязательный учет всех вышеперечисленных индивидуальных градообразующих характеристик. Но при этом в СП 42.13330.2016 отсутствует одно из основных требований к разработчикам генпланов населенных пунктов – обосновывать перечень опасных природных явлений на их территориях с целью профессиональной оптимизации структуры его капитальной застройки. К тому же указанный в документации генпланов населенных пунктов России проектный перечень вероятных опасных природных воздействий послужит обязательным документом для региональных властей размещать его в региональных законах по

защите жизни и здоровья граждан в зданиях при этих воздействиях. Ибо на сегодняшний день в России имеется уже немало примеров, когда для территорий ряда населенных пунктов нормативным документом СП 14.13330.2018 определена нормативная сейсмическая опасность, однако региональные власти в целях экономии денежных средств игнорируют эту нормативную природную опасность в региональных законах (например, на территориях Волгоградской, Кемеровской и других областей) [7].

Как известно, защита населенного пункта – это, в основном защита жизни и здоровья людей в массовых жилых и общественных зданиях при воздействиях опасных природных явлений. Но эта защита людей требует прежде всего математического расчета специалистами оптимальной этажности и количества жилых зданий, в которых с наибольшей вероятностью будет находиться основная часть населения при воздействии опасного природного явления. Исходя из вышеперечисленных индивидуальных особенностей возведения наиболее массовых жилых и общественных зданий в населенных пунктах России следует вывод, что даже оптимальная этажность должна определяться с учетом множества индивидуальных градостроительных требований. Так как все населенные пункты России возведены на территориях своих регионов, то основным элементом в строительной системе России, который только и может индивидуальным профессиональным способом определять уровень ответственности основных жилых и общественных зданий, должна быть рабочая группа региональных специалистов. Это подтверждает и требование п. 1 ст. 72 Конституции РФ, в котором говорится, что борьба с катастрофами и стихийными бедствиями – обязанность федеральной и региональной власти. Поэтому при катастрофических последствиях причину следует находить только в конкретных решениях (или их отсутствии) федеральной и региональной власти. Так, например, основной причиной гибели детей на четвертом этаже в торговом центре «Зимняя вишня» при пожаре в марте 2018 г. следует признать тот факт, что региональная власть не внесла вероятность землетрясения на территории г. Кемерово. Если бы региональная власть эту сейсмическую опасность в указанном законе предусмотрела, то этим решением она обязала бы строителей возводить здания только сейсмостойкими и согласно требованиям примечания в таблице 6.1 СП 14.13330.2018 не допустила бы располагать зальные детские помещения на четвертом этаже. А, например, в [8] обосновано, что с целью уменьшения реакции людей при землетрясении все зальные помещения с числом людей 100 и более человек следует располагать только на первых этажах зданий.

Основные характеристики действующей парадигмы строительной системы России

Самой главной отрицательной технической характеристикой современной парадигмы строительной системы России следует считать отсутствие признания населенных пунктов России крупными объектами капитального строительства. Так, во всех вышеперечисленных федеральных законах и нормативных документах РФ отсутствует признание населенного пункта объектом капитального строительства. Более того, в Федеральном законе РФ № 384-ФЗ, нормативных документах ГОСТ 27751–2014, СП 14.13330.2018 даже не говорится, что массовые жилые и общественные здания предназначены (не предназначены) для возведения на территориях населенных пунктов. А в п. 4.3* СП 14.13330.2018 указывается, что вероятность превышения (непревышения) интенсивности сейсмических воздействий рассчитана только в течение 50 лет, т. е. только для строительных объектов с нормальным уровнем ответственности. При увеличении жизненного цикла зданий вероятность, например, сейсмических воздействий с максимальной интенсивностью возрастает в разы [9].

Таким образом современная парадигма строительной системы России не защищает жизнь и здоровье людей в основных массовых жилых и общественных зданиях при опасных природных воздействиях. Так, в [10–13] показано, что в федеральных законах и нормативных документах РФ строительного содержания предусмотрено примерно пять основных технических характеристик для жилых и общественных зданий, конструкции которых не могут защитить жизнь и здоровье людей при максимальных воздействиях опасных природных явлений.

Признание расположения основных массовых жилых и общественных зданий на территориях населенных пунктов с жизненным циклом в 1 тыс. и более лет потребует от строителей в расчетах на сейсмические воздействия использовать только максимальную интенсивность по карте «В», которая возможна при повторяемости землетрясения один раз в 1 тыс. лет [12]. Но так как при застройке населенного пункта действует жесткое градостроительное правило, что вместо снесенного жилого здания разрешается возводить только жилое здание, поэтому требование к строителям возводить жилые здания только с максимальным сроком эксплуатации следует признать наиболее обоснованным.

Однако в федеральных законах № 190-ФЗ, № 384-ФЗ и основных нормативных документах РФ ГОСТ 27751–2014, СП 14.13330.2018 только высотные жилые и общественные здания признаются с повышенным уровнем ответственности и могут рас-

считываться на максимальные воздействия опасных природных явлений. Признание федеральными законами и нормативными документами РФ строительного содержания только высотных жилых и общественных зданий с повышенным уровнем ответственности одновременно означает, что их расчетные положения не гарантируют сохранения жизни и здоровья населения в зданиях с меньшей этажностью при воздействиях вероятных максимальных опасных природных явлений. Это нормативное положение противоречит решению рабочей группы Госстроя РФ, которая при уточнении использования комплекта сейсмических карт ОСП-97 выразила свое мнение: «Карта ОСП-97-В—рекомендована для использования в массовом гражданском и промышленном строительстве...» [14].

В положениях федеральных законов и нормативных документах РФ строительного содержания отсутствует требование рассчитывать конструкции сейсмостойких жилых и общественных зданий на воздействия первых повторных сильных толчков при землетрясении. Особенно это касается расчета конструкций высотных жилых и общественных зданий, из которых, например, маломобильная группа людей (больные, старики) после воздействия главного толчка землетрясения будет выходить на открытое безопасное пространство не менее 20 минут. За это время значительно возрастает вероятность воздействия на здания и людей еще примерно двух сильных подземных толчков, которые могут разрушить эти здания. Именно такой сильный повторный подземный толчок произошел через 18 мин 56 с при землетрясении на Гаити в 2010 г., который привел к окончательному разрушению жилых зданий и гибели людей [15]. Поэтому можно сказать, что расчетные положения федеральных законов и нормативных документов РФ строительного содержания не обеспечивают защиту жизни и здоровья людей при землетрясении и в жилых высотных зданиях. К тому же в федеральных законах и нормативных документах РФ строительного содержания отсутствует перечень «объектов защиты», которые следует обязательно защищать при воздействиях опасных природных явлений [13–21].

Из приведенных содержаний основных положений федеральных законов и нормативных документов РФ строительного содержания можно выделить основные технические характеристики современной парадигмы строительной системы России.

1. «Система» не учитывает факт реального размещения наиболее массовых жилых и общественных зданий (людей) на территориях населенных пунктов.

2. В «системе» отсутствует требование к разработчикам генпланов населенных пунктов России обосновывать перечень опасных природных воздей-

ствий с целью оптимизации структуры капитальной застройки.

3. «Система» поручила определять уровень ответственности зданий и сооружений только федеральным чиновникам и авторам федеральных законов и нормативных документов РФ строительного содержания. Поэтому они и несут основную ответственность за катастрофические последствия на территории населенных пунктов при воздействиях опасных природных явлений, что полностью подтверждается п. 1 ст. 72 Конституции Российской Федерации.

4. «Система» при определении уровня ответственности наиболее массовых жилых и общественных зданий не учитывает «строгий индивидуализм» в структуре капитальной застройки населенных пунктов на территории России.

5. В «системе» отсутствует перечень «объектов защиты» при воздействии опасных природных явлений.

6. «Система» на территории населенных пунктов из-за частого сноса устаревших и возведения новых жилых и общественных зданий образовала огромную социальную и экономическую проблему, в том числе и для будущих поколений россиян.

7. «Система» не защищает жизнь и здоровье людей в жилых и общественных зданиях при вероятных максимальных воздействиях опасных природных явлений.

8. «Система» не предусматривает расчет жилых и общественных сейсмостойких зданий на воздействия первых повторных сильных толчков при землетрясении.

9. «Система» не предоставляет схему расчетных вероятных последствий в капитальной застройке населенных пунктов от воздействия максимальных опасных природных явлений за время 1 тыс. лет региональным службам по защите жизни и здоровья людей при этих воздействиях, что не позволяет им быть подготовленными к последствиям.

10. В «системе» отсутствует одно из главных положений о том, что после каждого катастрофического проявления на территории населенного пункта России от воздействия опасного природного или техногенного явления в обязательном порядке должна приступить к работе группа ученых из строительной области (без чиновников) с целью выявления основных инженерных причин, которые в обязательном порядке должны быть опубликованы в средствах массовой информации и при необходимости использоваться при корректировке федеральных законов и нормативных документов РФ строительного содержания.

С целью обеспечения защиты жизни и здоровья людей в населенных пунктах России при воздействии опасных природных явлений в [16–20] обосновывалась авторская парадигма строительной системы

России, основные положения которой приведены ниже в статье.

Основные характеристики авторской парадигмы строительной системы России

1. Населенные пункты России являются самыми крупными объектами капитального строительства России с длительностью жизненного цикла в 1 тыс. и более лет.

2. Только разработчики генпланов населенных пунктов должны обосновывать перечень опасных природных явлений с целью оптимизации структуры их капитальной застройки.

3. Определять уровень ответственности массовых жилых и общественных зданий для населенных пунктов должна только рабочая группа региональных специалистов.

4. Здания и сооружения с повышенным уровнем ответственности должны размещаться только на территории населенного пункта с самыми благоприятными геологическими, гидрогеологическими, сейсмическими, тектоническими условиями.

5. Сейсмостойкие жилые и общественные здания должны рассчитываться и на воздействия первых повторных сильных толчков при землетрясении.

6. Во всех зданиях и сооружениях с повышенной ответственностью следует проводить непрерывный технический мониторинг.

7. На генпланах населенных пунктов России должна отображаться (непрерывно корректироваться) схема прогнозируемых последствий (разрушений, повреждений, затоплений) для капитальной застройки (людей) при максимальных воздействиях опасных природных явлений за время 1 тыс. лет. Расчетные схемы вероятных последствий для строительных объектов (людей) должны доводиться до всех региональных служб, ответственных за защиту жизни и здоровья населения, с целью их профессиональной подготовки к этим вероятным социальным и экономическим последствиям.

8. Федеральный закон № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» следует дополнить положением об обязательной работе ученых (без чиновников) после каждой катастрофы на территории населенного пункта (поселения) с целью определения основных инженерных причин. Выводы ученых должны публиковаться в средствах массовой информации и при необходимости использоваться при корректировке положений федеральных законов и нормативных документов строительного содержания. Перечень основных инженерных причин катастрофических последствий при воздействии опас-

ного природного явления на территории населенного пункта обязана анализировать служба Генеральной прокуратуры России на предмет выявления ответственных лиц с публикацией выводов в средствах массовой информации.

9. В Уголовном кодексе Российской Федерации № 63-ФЗ для случая катастрофических по-

следствия на территориях населенных пунктов при воздействии опасных природных явлений следует предусмотреть уголовную ответственность для чиновников и специалистов строительной системы России, которые определяли уровень ответственности разрушенных (затопленных) зданий и сооружений.

Список литературы

1. Аптикаев Ф.Ф., Масляев А.В. Защита жизни и здоровья людей не признается главной целью при возведении зданий в России // *Жилищное строительство*. 2019. № 11. С. 58–64. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-11-58-64>
2. 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>.
3. Масляев А.В. Расчет зданий и сооружений для сохранения жизни и здоровья людей при землетрясении // *Жилищное строительство*. 2009. № 8. С. 33–35.
4. Годзиковская А.А., Н.А. Сергеева, Л.П. Забаринская. Региональные каталоги землетрясений России // *Сейсмические приборы*. 2009. Т. 45. № 2. С. 58–76.
5. Эртелева О.О., Аптикаев Ф.Ф. Создание банка региональных синтетических акселерограмм // *Вопросы инженерной сейсмологии*. 2016. Т. 43. № 2. С. 36–42.
6. Сидорин А.Я. Спитакское землетрясение 1988 года и некоторые проблемы инженерной сейсмологии // *Вопросы инженерной сейсмологии*. 2018. Т. 45. № 4. С. 106–118.
7. Масляев А.В. Обоснование матричной модели исполнения федеральных законов и нормативных документов РФ // *Жилищное строительство*. 2018. № 11. С. 41–47.
8. Масляев В.Н., Масляев А.В. Влияние объемно-планировочных решений зданий на реакцию людей при землетрясении // *Жилищное строительство*. 1991. № 7. С. 9–10.
9. Масляев А.В. Недолговечность жилых зданий в населенных пунктах России // *Жилищное строительство*. 2017. № 8. С. 3–42.
10. Масляев А.В. Зависимость сейсмозащиты города при землетрясении от уровня ответственности жилых зданий // *Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений*. 2013. № 5. С. 29–32.
11. Масляев А.В. Сейсмозащита города при землетрясении в зависимости от уровня ответ-

References

1. Aptikaev F.F., Maslyaev A.V. Protection of life and health of people is not recognized as the main goal in the construction of buildings in Russia. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2019. No. 11, pp. 58–64. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-11-58-64>
2. Maslyaev 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>
3. Maslyaev A.V. Calculation of buildings and structures to preserve the life and health of people during an earthquake. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2009. No. 8, pp. 33–35. (In Russian).
4. Godzikovskaya A.A., Sergeeva N.A., Zabarinskaya L.P. Regional catalogs of earthquakes in Russia. *Seismicheskie pribory*. 2009. Vol. 45. No. 2, pp. 58–76. (In Russian).
5. Erteleva O.O., Aptikaev F.F. Creation of a bank of regional synthetic accelerograms. *Voprosy inzhenernoi seismologii*. 2016. Vol. 43. No. 2, pp. 36–42. (In Russian).
6. Sidorin A.Ya. 1988 Spitak earthquake and some problems of engineering seismology. *Voprosy inzhenernoi seismologii*. 2018. Vol. 45. No. 4, pp. 106–118. (In Russian).
7. Maslyaev A.V. Substantiation of the matrix model of execution in RF Federal laws and normative documents of construction content. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 11, pp. 41–47. (In Russian).
8. Maslyaev V.N., Maslyaev A.V. Influence of the space-planning decisions of the building on the reaction of people during an earthquake. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 1991. No. 7, pp. 9–10. (In Russian).
9. Maslyaev A.V. Short life of residential buildings in settlements of Russia. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 8. pp. 3–42. (In Russian).
10. Maslyaev A.V. Dependence of the city's earthquake protection on the level of responsibility of residential buildings». *Prirodnye i tekhnogennye riski. Bezopasnost' sooruzhenii*. 2013. No. 5, pp. 29–32. (In Russian).
11. Maslyaev A.V. Seismoprotection of the city at an earthquake depending on a level of responsibility of residential buildings. *Vestnik VolgGASU. Stroitel'stvo i Arhitectura*. 2013. No. 33 (52), pp. 57–62. (In Russian).

- ственности жилых зданий // *Вестник ВолгГАСУ. Строительство и архитектура*. 2013. № 33 (52). С. 57–62.
12. Масляев А.В. Строительная система России не защищает жизнь и здоровье людей в населенных пунктах при землетрясении // *Жилищное строительство*. 2018. № 9. С. 60–63.
13. Масляев А.В. Об отсутствии в федеральных нормативных документах требований Федерального закона № 384-ФЗ защиты жизни и здоровья граждан в зданиях при землетрясениях // *Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений*. 2014. № 3. С. 32–34.
14. Уломов В.И., Шумилина Л.С. Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации ОСР-97. Масштаб 1:8000000. Объяснительная записка и список городов и населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных районах. М.: М-во науки и технологии РФ, РАН. Объединенный институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта, 1999.
15. Масляев А.В. Время между первыми толчками землетрясения на Гаити определялось заранее // *Жилищное строительство*. 2010. № 2. С. 26–27.
16. Масляев А.В. О необходимости внесения требования Федерального закона РФ № 384-ФЗ по защите жизни и здоровья людей в зданиях при землетрясении в федеральные нормативные документы // *Вестник ВолгГАСУ. Строительство и архитектура*. 2014. № 37 (56). С. 57–62.
17. Масляев А.В. Парадигма федеральных законов и нормативных документов РФ для сейсмозащиты зданий повышенной ответственности при землетрясении // *Вестник ВолгГАСУ. Строительство и архитектура*. 2015. № 41 (60). С. 74–84.
18. Масляев В.Н. Обоснование защиты жизни и здоровья населения России в зданиях при землетрясении в федеральных законах и нормативных документах РФ // *Вестник ВолгГАСУ. Строительство и архитектура*. 2015. № 39 (58). С. 94–100.
19. Масляев А.В. Сейсмическая опасность на территории Волгоградской области занижена нормативными картами ОСР-97 за счет упрощения тектонических условий // *Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений*. 2011. № 6. С. 46–49.
20. Масляев А. В. Сейсмозащита зданий в населенных пунктах для сохранения жизни и здоровья людей при землетрясении. Волгоград: ВолгГТУ, 2018. 149 с.
21. Хаин В.Е., Ломидзе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики. М.: МГУ, 1995. 480 с.
12. Maslyayev A.V. Construction system of Russia does not protect the lives and health of people in settlements during the earthquake. *Zhilishnoe Stroitelstvo* [Housing Construction]. 2018. No. 9, pp. 60–63. (In Russian).
13. Maslyayev A.V. About absence in Federal regulatory documents of requirements of the Federal law No. 384-FZ of protection of life and health of citizens in buildings at earthquakes. *Prirodnye i tekhnogennye riski. Bezopasnost' sooruzhenii*. 2014. No. 3, pp. 32–34. (In Russian).
14. Ulomov V.I., Shumilina L.S. The Complete set of cards of the general seismic division into districts of territory of Russian Federation OSR-97. Scale 1: 8,000,000. An explanatory note and the list of cities and the settlements located in seismodangerous areas. Moscow: Ministry of a science and technologies of the Russian Federation. RAN. Incorporated institute of physics of the Earth of O.Yu. Schmidt. 1999.
15. Maslyayev A.V. Time between the first pushes of an earthquake to Haiti was determined in advance. *Zhilishnoe Stroitelstvo* [Housing Construction]. 2010. No. 2. pp. 26–27. (In Russian).
16. Maslyayev A.V. On the need to introduce the requirements of the Federal law of the Russian Federation No. 384-FZ on the protection of life and health of people in buildings during an earthquake into Federal normative documents. *Vestnik VolgGASU. Stroitelstvo i Arhitectura*. 2014. No. 37 (56), pp. 57–62. (In Russian).
17. Maslyayev A.V. Paradigm of Federal laws and regulations of the Russian Federation for seismic protection of buildings with increased responsibility in the event of an earthquake. *Vestnik VolgGASU. Stroitelstvo i Arhitectura*. 2015. No. 41 (60), pp. 74–84. (In Russian).
18. Maslyayev V.N. Substantiation of protection of life and health of the Russian population in earthquake zones in Federal laws and regulations of the Russian Federation. *Vestnik VolgGASU. Stroitelstvo i Arhitectura*. 2015. No. 39 (58), pp. 94–100. (In Russian).
19. Maslyayev A.V. Seismic danger in territory of the Volgograd region is understated by standard cards OSR-97 the Russian Federation at the expense of simplification of tectonic conditions. *Seismostoykoe stroitelstvo. Bezopasnost sooruzhenii*. 2011. No. 6, pp. 46–49. (In Russian).
20. Maslyayev A.V. Seismozashchita zdaniy v naselenykh punktakh dlya sokhraneniya zhizni i zdorov'ya lyu-dei pri zemletryaseni [Seismic protection of buildings in populated areas to preserve the life and health of people in case of an earthquake]. Volgograd: VolgGTU, 2018. 149 p.
21. Hain V.E., Lomize M.G. Geotektonika s osnovami geodynamiki [Geotectonica with geodynamics bases]. Moscow: MGU. 1995. 480 p.

Как подготовить к публикации научно-техническую статью



Журнальная научно-техническая статья – это сочинение небольшого размера (до 5–6 журнальных страниц), что само по себе определяет границы изложения темы статьи.

Необходимыми элементами научно-технической статьи являются:

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



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

Библиографические списки цитируемой, использованной литературы должны подтверждать следование автором требованиям к содержанию научной статьи и включать не менее 15–20 позиций.

НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ:

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

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

3. Ссылаться на диссертации и авторефераты диссертаций.

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

ОБЯЗАТЕЛЬНО следует:

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

2. Ссылаться на монографии, опубликованные за последние 5 лет. Более давние источники также негативно влияют на показатели публикационной активности автора.

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

ВНИМАНИЕ! При подготовке рукописи статьи к отправке в редакцию обязательно ознакомьтесь с требованиями на сайте издательства в разделе «Авторам»!

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

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

Материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться: рекомендательным письмом руководителя предприятия (института); лицензионным договором о передаче права на публикацию; **распечаткой, лично подписанной авторами**; рефератом объемом не менее 150 слов на русском и английском языках; подтверждением, что статья предназначена для публикации в журнале «Жилищное строительство», ранее нигде не публиковалась и в настоящее время не передана в другие издания; сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени, должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов. Иллюстративный материал должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, распечатки файлов.

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



Подробнее с требованиями можно ознакомиться на сайте <https://journal-hc.ru/index.php/ru/avtoram>



25-я международная специализированная выставка
строительных и отделочных материалов, технологий
и оборудования, самая крупная строительная выставка
в Поволжском регионе.

12+

ВолгаСтройЭкспо

22-24 апреля

Казань-2020

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА ВЫСТАВКИ:

Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Республики Татарстан,
Союз строителей Республики Татарстан,
Союз коммунальных предприятий
Республики Татарстан



ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ

Выставочный центр
«Казанская ярмарка»

WWW.VOLGASTROYEXPO.RU



17-я специализированная выставка
дорожно-строительной техники, коммерческого
автотранспорта, материалов и оборудования для
строительства дорог

ДОТРАНСЭКСПО

22-24

апреля

Казань, 2020

Организатор выставки :

ОАО «КАЗАНСКАЯ ЯРМАКА»

Официальная поддержка:

Министерство транспорта и дорожного хозяйства
Республики Татарстан
Исполнительный Комитет муниципального
образования г. Казани

www.dortransexpo.expokazan.ru

12+

100+ FORUM & EXPO

Международный форум
и выставка высотного
и уникального строительства

6-8 ОКТЯБРЯ 2020 | ЕКАТЕРИНБУРГ | FORUM-100.RU