



ЖИЛИЩНОЕ

## СТРОИТЕЛЬСТВО

научно-технический и производственный журнал

[www.rifsm.ru](http://www.rifsm.ru)[www.journal-hc.ru](http://www.journal-hc.ru)

издается с 1958 г.

## ГЕОРЕКОНСТРУКЦИЯ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ

ОБСЛЕДОВАНИЯ

ИЗЫСКАНИЯ

ГЕОТЕХНИКА



- АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ;
- ВСЕ ВИДЫ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ;
- ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ;
- РАСЧЕТЫ ОСНОВАНИЙ И ЗДАНИЙ (СООРУЖЕНИЙ);
- ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ;
- СОХРАНЕНИЕ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ;
- НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ГЕОТЕХНИКИ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОСНОВАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.

ПИ «ГЕОРЕКОНСТРУКЦИЯ»

190005, Санкт-Петербург,  
Измайловский пр., д. 4

Тел.: +7 (812) 339 35 87

+7 (812) 575 35 87

Факс: +7 (812) 575 36 25

E-mail: [mail@georec.spb.ru](mailto:mail@georec.spb.ru)[georeconstruction.com](http://georeconstruction.com)[georeconstruction.ru](http://georeconstruction.ru)



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»®



# XI Международная научно-практическая конференция «InterConPan-2021: индустриальное домостроение для комплексного развития территорий»

## InterConPan-2021

International Conference of Large-panel Construction

28-30 Июня 2021 г. / June 28-30, 2021

Москва / Moscow



### ТЕМАТИКА:

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

### ПРОГРАММА:

- 1-й день** Пленарное заседание  
Секции: «Архитектура крупнопанельных зданий»;  
«Инновационная технология предприятий индустриального домостроения»;  
«Комплексное развитие территорий»
- 2-й день** Выездная сессия на предприятия индустриального домостроения Москвы и Московской области
- 3-й день** Выездная сессия на объекты строительства Москвы и Московской области

Постоянный спонсор

**PROGRESS GROUP**

Постоянный партнер

**ALLBAU**  
software

К проведению конференции готовятся тематические номера журналов  
«Жилищное строительство» № 5-2021 г. и «Строительные материалы» № 5-2021 г.,  
в которых будут опубликованы основные пленарные и секционные доклады. Представление докладов в виде статей до 20.04.2021 г.

[www.interconpan.ru](http://www.interconpan.ru)

Организационный комитет:

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

[kpd-conf@mail.ru](mailto:kpd-conf@mail.ru);

[mail@rifsm.ru](mailto:mail@rifsm.ru)

[www.rifsm.ru](http://www.rifsm.ru)

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

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

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

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

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

#### Главный редактор

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

#### Редакционный совет:

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

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

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

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

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)

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

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

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

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

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

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

ТИХОНОВ И.Н.,  
д-р техн. наук (Москва)

#### Авторы

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

#### Редакция

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

#### Перепечатка

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

Редакция не несет ответственности  
за содержание рекламы и объявлений.

ЖИЛИЩНОЕ

# СТРОИТЕЛЬСТВО

Издается с 1958 г.

12'2020

## Высотное строительство

А.Г. ШАШКИН, К.Г. ШАШКИН, Н.А. ЕВСЕЕВ, В.М. ЛУКИН

Система мониторинга высотного здания при эксплуатации . . . . . 3

## Подземное строительство

Д.Г. САМАРИН, А.А. ФИЛИППОВИЧ, В.Л. УСТЮЖАНИН

Ошибки при проектировании и устройстве анкерных свай,  
выполненных по разрядно-импульсной технологии . . . . . 13

## Градостроительство и архитектура

С.А. СЕМЁНОВ, Г.Н. ЖУКОВ

Использование VI-технологий в муниципальном управлении . . . . . 22

А.В. ДОЛГУШИН

Методика выявления территорий, в границах которых целесообразно  
размещение новых объектов дошкольного и общего образования . . . . . 29

## Нормативная база отрасли

А.А. ДАВИДЮК, Е.А. АРТЕМЬЕВ, С.А. СТРЕЛЬЦОВ, Р.С. ВОСКАНЯН

Современные методы оценки технического состояния инженерных систем зданий . . . . . 36

## Расчет конструкций

В.А. СМИРНОВ

Защита несущих конструкций зданий от влияния вибрации,  
создаваемой железнодорожным транспортом . . . . . 40

## Малоэтажное строительство

Е.Ф. ФИЛАТОВ

Растущие усадебные жилые дома – важное направление  
решения жилищной проблемы в России . . . . . 47

## Указатель статей, опубликованных в журнале

«Жилищное строительство» в 2020 г., см. на сайте:

[https://journal-hc.ru/images/files/2020/Ukazatel\\_JS\\_2020-new.pdf](https://journal-hc.ru/images/files/2020/Ukazatel_JS_2020-new.pdf)



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

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

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

**Editor-in-chief**

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

**Editorial Board:**

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

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

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

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

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)*

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

SUBBOTIN O.,  
*Doctor of Architecture (Krasnodar)*

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

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

**The authors**

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

**The Editorial Staff**

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

**Reprinting**

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

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

ZHILISHCHNOE

# STROITEL'STVO

Published since 1958

12'2020

## High-rise construction

A.G. SHASHKIN, K.G. SHASHKIN, N.A. EVSEEV, V.M. LUKIN

Monitoring System of a High-Rise Building during Operation ..... 3

## Underground construction

D.G. SAMARIN, A.A. FILIPPOVICH, V.L. USTYUZHANIN

About Errors Engineering and Deviceing Anchor Piles,  
Performed by Discharge-Pulse Technology ..... 13

## Town planning and architecture

S.A. SEMENOV, G.N. ZHUKOV

Use of BI-Technologies in Municipal Management ..... 22

A.V. DOLGUSHIN

Methodology for Identifying Territories Within the Boundaries of Which it is Advisable  
to Place New Objects of Preschool and General Education ..... 29

## Normative base of the industry

A.A. DAVIDYUK, E.A. ARTEMIEV, S.A. STRELTSOV, R.S. VOSKANYAN

Modern Methods for Assessing the Technical Condition of Building Engineering Systems. .... 36

## Structural calculations

V.A. SMIRNOV

Protection of Bearing Structures of Buildings Against the Influence  
of Vibration Generated by Railway Transport ..... 40

## Low-rise construction

E.F. FILATOV

Growing Manor Houses – an Important Direction for Solving  
the Housing Problem in Russia ..... 47

Editorial address: 9/3 Dmitrovskoye Hwy, 127434, Moscow, Russian Federation  
Tel.: (499) 976-22-08, 976-20-36

Email: mail@rifsm.ru http://www.journal-hc.ru http://www.rifsm.ru

УДК 69.032.22

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-3-12>

А.Г. ШАШКИН<sup>1</sup>, д-р геол.-минер. наук, К.Г. ШАШКИН<sup>1</sup>, канд. техн. наук,  
Н.А. ЕВСЕЕВ<sup>1</sup>, инженер; В.М. ЛУКИН<sup>2</sup>, канд. техн. наук (lukin.vlm@gmail.com)

<sup>1</sup> Институт «Геореконструкция» (190005, г. Санкт-Петербург, Измайловский пр., 4)

<sup>2</sup> АО «Газпромнефть Восточно-Европейские проекты» (190000, г. Санкт-Петербург, Почтамтская ул., 3–5, литер а)

## Система мониторинга высотного здания при эксплуатации

*Мониторинг сооружений при эксплуатации – прямое требование действующего законодательства, тем более актуальное для технически сложных сооружений, к которым относятся высотные здания. Он важен не только для обеспечения механической безопасности при эксплуатации сооружения, но и как инструмент для обратного анализа фактического напряженно-деформированного состояния конструкций и основания на предмет соответствия выполненному при проектировании расчетному прогнозу, что в итоге должно способствовать развитию строительной теории и практики. Статья посвящена организации мониторинга при эксплуатации небоскреба «Лакhta Центр» в Санкт-Петербурге. Основу системы мониторинга составляет расчетная модель здания, взаимодействующая с основанием, позволяющая придать мониторингу интерактивный характер. Особое внимание уделено определению сигналов тревоги, позволяющих своевременно сообщить о возникновении негативных тенденций, помогая исключить возникновение аварийной ситуации. Показано, что расчеты для обоснования критериев систем мониторинга существенным образом отличаются от обычных расчетов при проектировании. В статье сформулированы признаки работоспособной системы мониторинга, которой в полной мере соответствует реализованная на практике система. Приведено сравнение показаний, установленных в конструкциях измерительной аппаратуры и проектных ожиданий. На примере высотного здания показано, каким образом следует назначать критерии тревоги и аварии для обеспечения работоспособности системы мониторинга при эксплуатации.*

**Ключевые слова:** мониторинг механической безопасности, высотное здание, напряженно-деформированное состояние, совместные расчеты, параметры собственных колебаний.

**Для цитирования:** Шашкин А.Г., Шашкин К.Г., Евсеев Н.А., Лукин В.М. Система мониторинга высотного здания при эксплуатации // *Жилищное строительство*. 2020. № 12. С. 3–12.

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-3-12>

A.G. SHASHKIN<sup>1</sup>, Doctor of Sciences (Geology and Mineralogy), K.G. SHASHKIN<sup>1</sup>, Candidate of Sciences (Engineering),  
N.A. EVSEEV<sup>1</sup>, Engineer; V.M. LUKIN<sup>2</sup>, Candidate of Sciences (Engineering) (lukin.vlm@gmail.com)

<sup>1</sup> “Georeconstruction” Institute (4, Izmaylovsky Prospect, St. Petersburg, 190005, Russian Federation)

<sup>2</sup> JSC “Gazpromneft Eastern-European Projects” (3–5, litera, Pochtamskaya Street, St. Petersburg, 190000, Russian Federation)

### Monitoring System of a High-Rise Building during Operation

Monitoring of structures during operation is a direct requirement of the current legislation, especially relevant for technically complex structures, which include high-rise buildings. It is important not only for ensuring mechanical safety during construction operation, but also as a tool for reverse analysis of the actual stress-strain state of structures and foundations for compliance with the design calculation forecast, which should ultimately contribute to the development of construction theory and practice. The article is devoted to the organization of monitoring during the operation of the Lakhta Center skyscraper in St. Petersburg. The basis of the monitoring system is a design model of the building that interacts with the base making it possible to give the monitoring an interactive character. Particular attention is paid to the definition of «alarms» that make it possible to signal timely about the occurrence of negative trends helping to eliminate the occurrence of an emergency. It is shown that the calculations for justifying the criteria of monitoring systems differ significantly from the usual calculations when designing. The article defines the features of a workable monitoring system, to which the system implemented in practice fully corresponds. A comparison of the readings set in the design of measuring equipment and design expectations is given. The example of a high-rise building shows how to assign the «alarm» and «accident» criteria to ensure the operability of the monitoring system during operation.

**Keywords:** mechanical safety monitoring, high-rise building, stress-strain state, joint calculations, self-oscillation parameters.

**For citation:** Shashkin A.G., Shashkin K.G., Evseev N.A., Lukin V.M. Monitoring system of a high-rise building during operation. *Zhilyshchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 12, pp. 3–12. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-3-12>

Мониторинг сооружений при эксплуатации – прямое требование действующего российского законодательства, особенно актуальное для технически сложных сооружений, к которым относятся высотные здания. Он важен не только для обеспечения механи-

ческой безопасности при эксплуатации сооружения, но и как инструмент для обратного анализа фактического напряженно-деформированного состояния конструкций и основания на предмет соответствия выполненному при проектировании расчетному про-

гнозу, что в итоге должно способствовать развитию строительной теории и практики [1].

### Основные требования к системе мониторинга при эксплуатации

Системы мониторинга должны строиться по принципам интерактивного мониторинга, т. е. обязательно включать в себя возможность сравнения данных мониторинга с прогнозом, обратного анализа результатов мониторинга с использованием компьютерных моделей объекта, возможность корректировки прогноза или принятия на основе проведенного анализа необходимых управленческих решений.

Признаками работоспособной системы мониторинга являются [2]: 1) наличие реакции на опасные процессы; 2) адекватная оценка степени опасности, своевременное выявление опасных процессов для обеспечения возможности анализа ситуации специалистами и принятия необходимых мер; 3) наличие формализованной подсистемы принятия управленческих решений.

Работоспособная система мониторинга должна содержать как минимум одно промежуточное состояние между нормальным и аварийным состоянием. Сигнал тревоги (подобно желтому сигналу светофора) должен своевременно появляться при возникновении опасных тенденций и оставлять достаточное количество времени для необходимой реакции, от анализа причин появления сигнала до принятия мер по усилению конструкции (при необходимости).

Для создания работоспособной системы мониторинга критерии состояния конструкций не следует назначать исходя только из предельного состояния этих элементов по нормам, необходимо введение понятия «прогнозируемое значение параметра». В качестве тревожного сигнала необходимо рассматривать существенное отклонение результатов измерений от прогнозируемого параметра.

В отличие от расчетов при проектировании, всегда выполняемых в запас прочности, расчеты для определения прогнозируемых параметров должны отражать наиболее вероятное состояние рассчитываемой конструкции, компьютерные модели по возможности должны наиболее полно отражать действительную работу конструкций.

Систему назначения предельных величин параметров целесообразно строить в общем виде с применением относительных расстояний до предельных значений для групп физически взаимосвязанных параметров. При таком подходе для диспетчерской подсистемы состояние групп из любого числа параметров описывается минимальным набором из двух чисел – относительным расстоянием до предельного значения и величиной критерия для сигнала тревоги.

### Теоретические основы получения критериев тревожного и аварийного состояний

Для одиночного измеряемого параметра  $X$  система критериев должна включать предельное значение (которое в большинстве случаев определяется по требованиям действующих норм) и прогнозируемое (или несколько прогнозируемых по разным сочетаниям нагрузок) значение параметра. Прогнозируемое значение рассчитывается как наиболее вероятное значение параметра в определенных условиях (без допущений в запас прочности, с учетом реально действующих нагрузок и т. п.). В результате серии расчетов для разных сочетаний нагрузок получаем набор возможных результатов расчета  $X_1 - X_n$ . Далее следует определить наиболее вероятное среднее значение  $\bar{X}$  либо из общих соображений, например расчет без ветровых воздействий, либо как среднее арифметическое полученных результатов расчетов.

Пусть в системе мониторинга наблюдается некое значение параметра  $X$ . Обозначим через  $r = |X - \bar{X}|$  разницу между прогнозируемым средним значением и наблюдаемой величиной. Расстояние до предельного значения обозначим через  $r_{lim}$ , причем из двух пределов на числовой прямой выберем предел в том же направлении, в котором  $X$  отклоняется от  $\bar{X}$ . Математически можно написать:

$$r_{lim} = |X_{lim} - \bar{X}|, \text{ при } (X - \bar{X})(X_{lim} - \bar{X}) > 0.$$

Систему диспетчерского отображения результатов целесообразно нагружать сложными величинами в различных единицах измерения. Поэтому для упрощения введем понятие относительного расстояния до предельного значения:

$$\varepsilon = \frac{r}{r_{lim}}. \quad (1)$$

В этом случае предельное состояние соответствует  $\varepsilon = 1$ . Положение тревожной границы получим по результатам серии прогнозных расчетов  $X_1 - X_n$ . Для каждого из расчетов определим расстояние от среднего значения  $r_i = |X_i - \bar{X}|$  и расстояние до предельного значения в соответствующем направлении  $r_{lim i}$ . Тогда область допустимых значений параметра можно ограничить относительным значением:

$$\varepsilon_a = \gamma \cdot \max \left( \frac{r_1}{r_{lim 1}} - \frac{r_n}{r_{lim n}} \right), \quad (2)$$

где  $\gamma$  – коэффициент, учитывающий неточность прогноза и принимаемый, например, 1,1–1,2.

Для системы взаимосвязанных данных этот подход можно обобщить, в этом случае  $X$  будет представлять не одно значение, а целый набор, а вместо предельных значений параметров необходимо рассмотреть поверхности, ограничивающие области их допустимых значений.

Рассмотрим построение системы ограничений для совокупности параметров на примере наблюдения за сечением колонны. В сечении колонны для определения не только продольных сил, но и моментов должен быть расставлен набор тензометрических датчиков. По показаниям этих датчиков методом наименьших квадратов определяется продольная деформация и углы поворота сечения (с учетом обычной для стержневых систем гипотезы плоских сечений). По полученным величинам деформаций с учетом известных характеристик материалов определяются усилия – продольная сила  $N$  и момент в двух направлениях  $M_y$  и  $M_z$ . Действующие усилия могут быть изображены точкой в пространстве  $N$ ,  $M_y$  и  $M_z$ . В этом же пространстве также можно изобразить точкой прогнозируемые величины усилий.

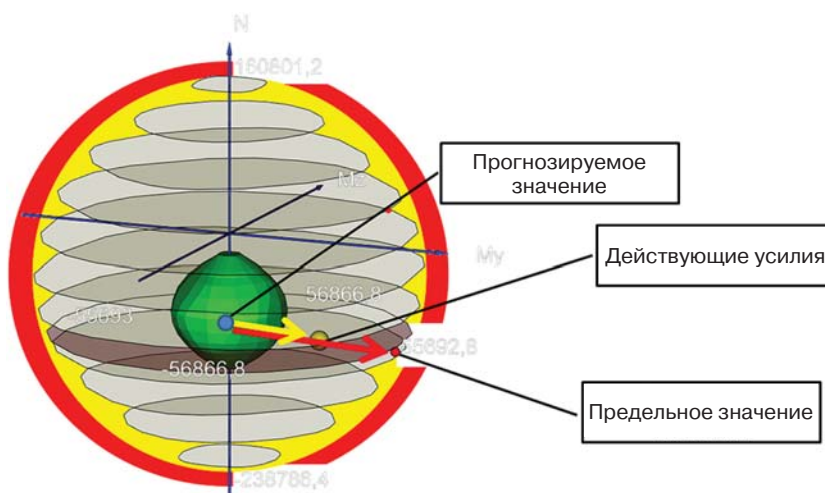
Далее в соответствии с требованиями норм, например по нелинейной деформационной модели железобетона, строится предельная поверхность в пространстве координат  $N$ ,  $M_y$  и  $M_z$ . Граница допустимых значений при мониторинге проводится по формуле (2) вокруг зоны прогнозируемых значений усилий.

Результатом описанных математических преобразований является унификация работы с любыми группами взаимосвязанных данных. В любом случае для диспетчерской системы состояние группы будет описываться одним числом – относительным расстоянием до аварийной границы  $\varepsilon$ . Если данное число превышает единицу, выдается сигнал аварии. Для своевременной реакции на развитие процесса для каждой группы параметров в системе мониторинга вычисляется допустимая величина  $\varepsilon_a$ . При условии  $\varepsilon > \varepsilon_a$  система выдает сигнал тревоги.

Следует отметить, что поскольку сложная многомерная система ограничений фактически сведена к одному числовому значению  $\varepsilon_a$ , это значение не является стационарным. При изменении показаний датчиков изменяется не только величина, но и направление векторов, изображенных на рис. 1 желтым и красным цветом. Соответственно должна пересчитываться не только величина  $\varepsilon$ , но и величина  $\varepsilon_a$ .

### Возможные действия при наступлении сигналов тревоги и аварии

В работоспособной системе мониторинга для здания или сооружения, которое удовлетворяет услови-



**Рис. 1.** Пример системы ограничений для тензометрических датчиков в колонне: желтым вектором показано расстояние от прогнозируемых значений до наблюдаемых, красным вектором показано расстояние до предельных значений (до аварийной границы); относительное расстояние до предельных значений  $\varepsilon$  равно отношению длин желтого и красного векторов; зеленым цветом отмечена граница допустимых значений, за пределами которой возникает сигнал тревоги

**Fig. 1.** Example of a constraint system for strain gauges in a column: the yellow vector shows the distance from the predicted values to the observed values, the red vector shows the distance to the limit values (to the emergency border); the relative distance to the limit values of  $\varepsilon$  is equal to the ratio of the lengths of the yellow and red vectors; the green color shows the limit of acceptable values (beyond which the alarm signal occurs)

ям механической безопасности, на практике сигнал аварии возникать не должен в принципе. Вся работа системы мониторинга должна выполняться после получения сигнала тревоги без доведения системы до предельного состояния (сигнала аварии).

Примерный порядок возможных мероприятий по анализу работы конструкции и устранению возможных негативных тенденций после получения сигнала тревоги можно представить следующим образом:

- оповещение ответственных лиц соответствующей службы мониторинга (при службе эксплуатации или при штабе строительства объекта);
- осмотр места расположения датчиков с тревожными показателями;
- обратный анализ результатов мониторинга с использованием расчетной модели для определения причин отклонения от прогнозируемых значений;
- устранение сигнала тревоги путем выполнения соответствующих мероприятий.

Схематически алгоритм принятия управленческих решений изображен на рис. 2. Система мониторинга обязательно должна быть интерактивной, в противном случае она неизбежно станет неработоспособной.

### Составляющие интерактивного мониторинга

Для обеспечения работоспособности система мониторинга должна состоять из следующих основных частей.

1. Система датчиков на элементах конструкции и в основании.



Рис. 2. Упрощенный алгоритм принятия управленческих решений  
Fig. 2. Simplified algorithm for making management decisions

2. Система сбора и архивирования данных с датчиков.

3. Система для диспетчерского наблюдения за показаниями групп датчиков, отслеживания возникновения тревожных и аварийных сигналов и генерации сигналов оповещения ответственных лиц.

4. Система принятия управленческих решений.

5. Интерактивная расчетная схема для назначения критериев тревожного и аварийного состояния с возможностью перерасчета и корректировки прогнозируемых значений в процессе мониторинга.

Рассмотрим определение критериев тревоги и аварии на примере высотного здания в Санкт-Петербурге.

### Краткая характеристика высотного здания

В 2019 г. завершилось строительство самого высокого здания в Европе – башни «Лахта Центр» в Санкт-Петербурге. Учитывая высокий уровень ответственности здания, часть информации остается закрытой, но и открытая информация, по мнению авторов, представляет интерес для специалистов.

Конструктивный раздел проекта был разработан компаниями «Инфорспроект» и «Горпроект» под руководством В.И. Травуша и А.И. Шахворостова [3, 4]; проектное решение подземной части было разработано под руководством О.А. Шулятьева [5].

Основная доминанта многофункционального комплекса «Лахта Центр» достигает высоты 462 м и состоит из 86 надземных и трех подземных уровней (рис. 3, 4).

Конструктивная схема высотного здания каркасно-ствольная. Его жесткость и устойчивость обеспечивается совместной работой центрального железобетонного ядра и десяти сталежелезобетонных колонн по периметру, соединенных между собой аутригерами, расположенными в нескольких уровнях. Для уменьше-

ния пролетов в здании были введены еще пять сталежелезобетонных колонн до уровня 47-го этажа.

Подземная часть высотного здания в плане имеет форму равно-стороннего пятиугольника с длиной стороны 57,5 м. Она образует коробчатый фундамент, состоящий из нижней плиты толщиной 3,6 м, расположенной на глубине 17,65 м от дневной поверхности; верхней плиты толщиной 2 м; центрального ядра жесткости диаметром 28,5 м и десяти вертикальных диафрагм жесткости. Коробчатый фундамент опирается на 264 сваи диаметром 2 м. Сваи имеют длину 65 м (84 м с поверхности) в пределах контура высотного здания и длину 55 м (74 м с поверхности) за его пределами.

В инженерно-геологическом строении основания высотного здания принимают участие четвертичные отложения различного генезиса и верхнепротерозойские котлинские твердые глины (отложения венда; их кровля залегает на глубинах около 25 м от поверхности), которые служат основанием свайных фундаментов сооружения.

В отношении напорных водоносных горизонтов в пределах рассматриваемой территории особое значение имеет вендский водоносный комплекс, приуроченный к прослоям песчаников в нижней части отложений венда, с напором 90 м до абсолютной отметки минус 12 м БС. Непосредственно под подошвой плитного ростверка залегают моренные отложения, подстилаемые дислоцированными глинами венда.

### Контролируемые параметры системы мониторинга

Контролируемыми параметрами системы мониторинга технического состояния несущих конструкций объекта являются:

- перемещения верхней точки башни;
- крен фундамента;
- крен здания;
- собственные частоты и максимальные амплитуды и эпюры колебаний стен ядра башни;
- частоты взаимных колебаний частей башни;
- деформации в железобетонных траверсах;
- деформации в железобетонных стенах надземной части;
- деформации в металлических колоннах;
- деформации в аутригерных балках.

Перемещения верхней точки башни определяют автоматически путем обработки результатов измерений высокоточной GPS-системы.



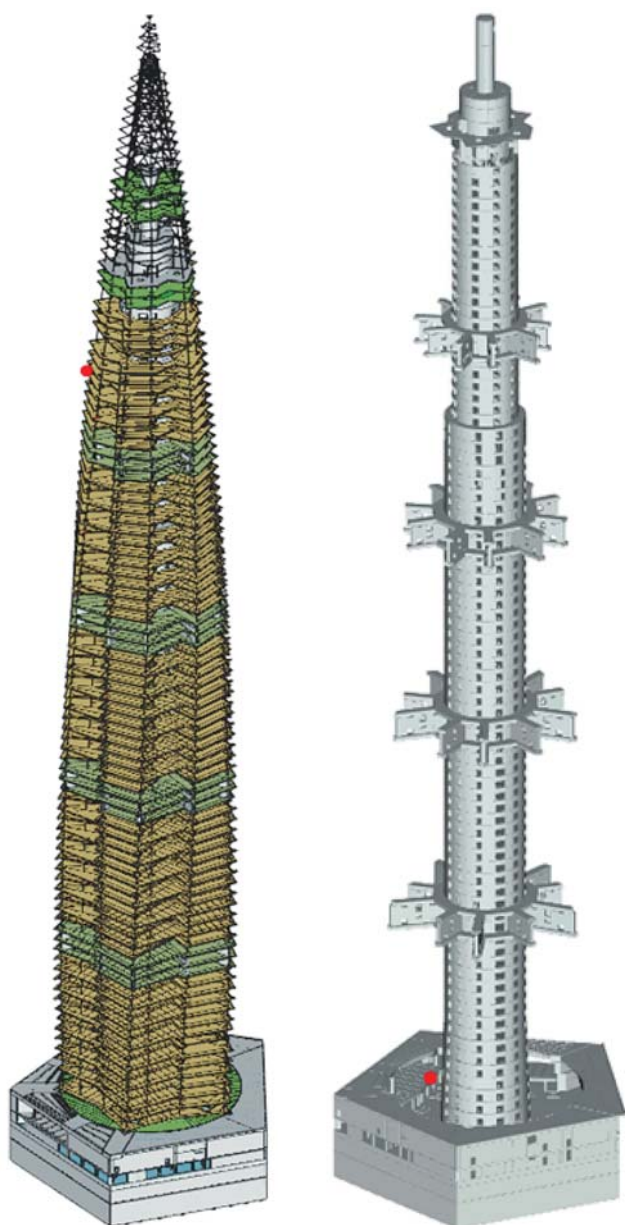


Рис. 3. Общий вид расчетной схемы и фрагмент схемы, выполненной из объемных КЭ, для организации эксплуатационного мониторинга

Fig. 3. General view of the design scheme and a fragment of the scheme made of three-dimensional finite elements for the organization of operational monitoring

Крен фундамента и конструкций здания башни контролируется с помощью установленных на фундаменте и конструкциях объекта автоматических наклонмеров.

Частоты, амплитуды и эпюры колебаний определяются путем обработки результатов измерений трехмерных вибродатчиков – акселерометров.

Деформации в конструкциях башни контролируются с помощью тензометров, установленных в плитах и стенах коробчатого фундамента, стенах ядра и колоннах здания. Тензометры предусмотрены для получения данных об относительной продольной де-

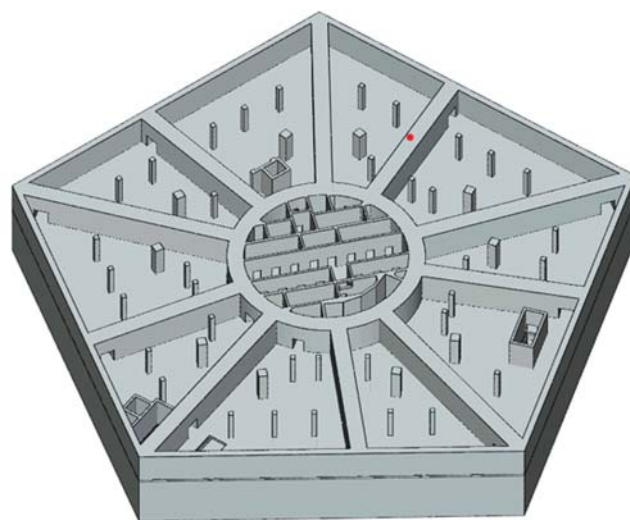


Рис. 4. Фрагмент схемы. План минус второго этажа здания  
Fig. 4. A fragment of the diagram. Plan minus the second floor of the building

формации коробчатого фундамента, относительной продольной деформации композитных колонн, стен ядра и ферм аутригеров в процессе возведения здания и на стадии эксплуатации.

Чтение показаний датчиков осуществляется с помощью автоматизированной системы сбора данных.

Также к системе мониторинга подключены датчики системы геотехнического мониторинга: тензометры, контролирующие деформации в сваях, датчики порового давления, датчики давления по подошве плиты ростверка.

Система мониторинга при эксплуатации была разработана институтом «Геореконструкция» совместно с компанией «Телрос». Геотехнический мониторинг при строительстве здания был выполнен институтом «Геореконструкция».

#### Численная модель и прогнозируемые значения контролируемых параметров

Ключевым элементом системы мониторинга, своего рода аналитическим центром, служит математическая модель здания, реализованная в программном комплексе «FEMmodels-IEECloud», разработанном в институте «Геореконструкция» и позволяющем выполнять совместные расчеты сооружения и основания с учетом нелинейных свойств материалов конструкций и грунтов основания [6]. Компоновка геометрического положения, а также назначение параметров конструкций башни в расчетной схеме производились конвертацией аналитической модели схемы, созданной в программе «Revit», выданной в качестве исходных данных, в среду «FEMmodels-IEECloud». Схема выполнена из объемных, пластинчатых и стержневых конечных элементов. Математическая модель учитывает совместную работу конструкций здания, свай и основания.

В качестве диаграмм деформирования стали и бетона принимались нормативные кусочно-линейные билинейная и трехлинейная диаграммы деформирования стали и бетона соответственно. Результатом расчета схемы с учетом нелинейной деформационной модели железобетонных конструкций является, помимо наиболее корректного учета их жесткости, возможность построения для всех сечений конструкций искомым поверхностям прочности, определяющих красную границу (поверхность сигнала аварии). Таким образом, красная граница для каждой точки, в которой установлены тензометры, определяется поверхностью прочности в осях  $N$ ,  $M_y$  и  $M_z$ , полученной по результатам численного расчета аналитической модели здания, для конкретного сечения элемента несущей конструкции, в котором установлен датчик. Исходя из этой предельной поверхности прочности определяется предельная поверхность деформаций в каждой точке установки тензометров и предельные значения для каждого тензометра.

Величину «красного уровня» НДС стен ядра башни в связи с их работой преимущественно на сжатие достаточно ограничить нормативной величиной предельной деформации.

В качестве желтого уровня (поверхности сигнала тревоги) наиболее оправданно принимать некоторую область в окрестности прогнозируемых (по результатам расчета) усилий (в рассматриваемом случае в качестве желтой границы принято отклонение от области прогнозируемых значений более чем на 10%). Превышение желтого уровня означает, что конструкция работает не в соответствии с прогнозом, что требует дополнительных обследований и выявления причин отклонения от предполагаемого напряженного состояния.

Нужно отметить, что создание расчетной схемы предполагает множество упрощений при назначении моделей работы материалов, граничных условий, нагрузок, которые в совокупности с различными нарушениями и недостатками при ведении строительных работ часто приводят к несоответствию расчетной схемы и реальной работы конструкции. Поэтому в процессе натурных измерений при мониторинге объекта исходные параметры расчетной схемы здания должны уточняться, после чего потребуются произвести повторный расчет измененной схемы. В результате нескольких итераций будет происходить приведение расчетной схемы работы конструктивной системы исследуемого объекта в соответствие с ее реальным поведением. Именно таким итерационным способом

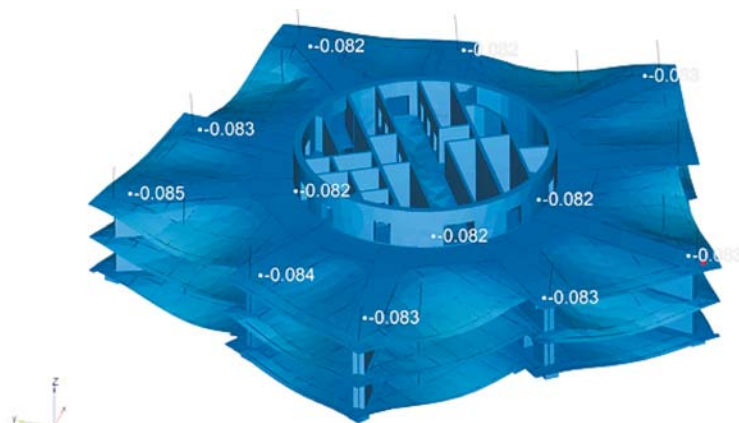


Рис. 5. Вертикальные перемещения аутриггерных уровней L17–L18, м, масштаб деформаций увеличен в 100 раз

Fig. 5. Vertical movements of outrigger levels L17–L18, m, the scale of deformations increased by 100 times

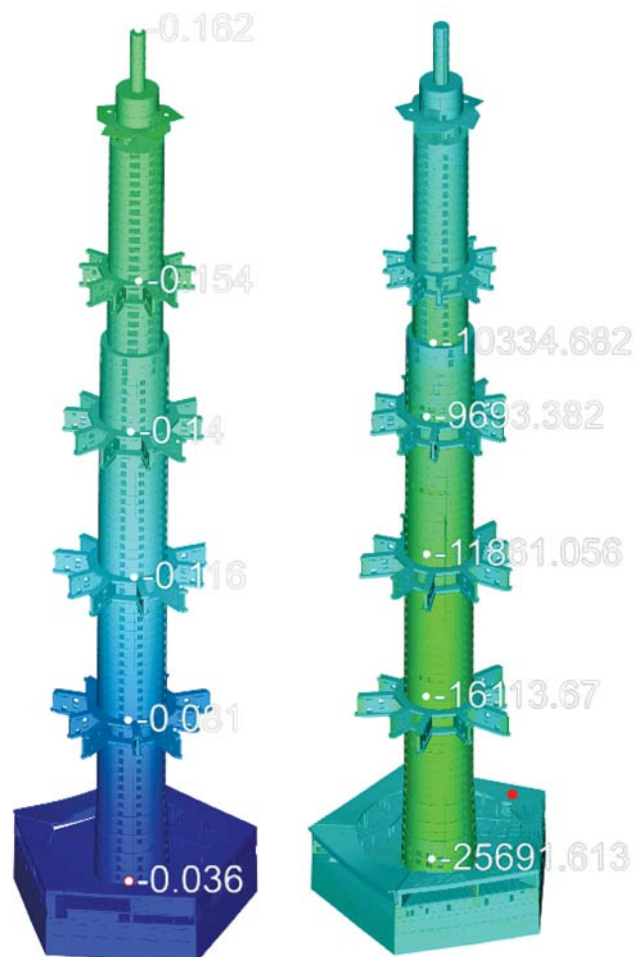


Рис. 6. Вертикальные перемещения ядра, м (слева), и напряжения в бетоне ядра, кПа (справа)

Fig. 6. Vertical displacements of the core, m (left) and stresses in the core concrete, kPa (right)

математическая модель башни «Лахта Центра» была приведена в полное соответствие с результатами натурных измерений.

На рисунках представлены результаты расчета здания совместно с основанием. По результатам расчета для каждой группы установленных датчиков (створов)

определены прогнозируемые значения измеряемых параметров. Прогнозируемые значения берутся непосредственно из расчетной схемы по координате расположения группы датчиков (рис. 5–7).

От действия горизонтальных сил (ветровых нагрузок) и неравномерных деформаций основания конструкции башни на различной высоте в различные моменты времени будут иметь разный наклон относительно вертикальной оси.

Отклонение верха башни от вертикали по расчетным проектным оценкам от действия ветровых нагрузок составляет 301 мм от средней ветровой нагрузки и 161 мм от пульсационных (суммарное смещение верха здания 462 мм). По результатам мониторинга измерения скорости ветра был выявлен период времени, когда скорость ветра приближалась к максимальной расчетной.

Как показал анализ, максимальная величина отклонения в этом случае хорошо совпадает с расчетной (рис. 8). По результатам анализа максимальных углов наклона были приняты границы по наклономерам, изменяющиеся в зависимости от уровня расположения датчика (рис. 9).

#### Критерии для частот собственных колебаний

Снижение частоты колебаний свидетельствует о снижении жесткости здания или увеличении масс и характеризует изменения в схеме работы несущих конструкций. Увеличение частоты колебаний здания крайне маловероятно и не свидетельствует об ухудшении работы конструкций.

По результатам расчетов, выполненных авторами проекта, первая собственная частота колебаний составляет 0,12 Гц. Фактическая измеренная первая частота колебаний после окончания строительства (март 2019 г.) составила 0,178 Гц. По мере устройства в башне полов, перегородок, увеличения полезных нагрузок и изменения гололедных нагрузок изменялась масса здания, а вместе с этим снижалась частота колебаний. На июнь 2019 г. первая частота составляла от 0,161 до 0,167 Гц, вторая частота – от 0,57 до 0,61 Гц; третья частота – от 0,744 до 0,771 Гц.

Приблизительно оценить прогнозируемую частоту колебаний в зависимости от доли приложенных в конкретный момент нагрузок от полов, перегородок, полезных, гололедных нагрузок без учета запаса на быстропротекающую ползучесть и с динамическим модулем железобетона возможно по приведенной ниже формуле:

$$v = v' \cdot \sqrt{\frac{M_1}{M_1 - (M_2 \cdot (1-k))} \cdot \frac{1}{\Phi_b} \cdot \frac{1}{\Phi_0}} = 0,16 \text{ Гц,}$$

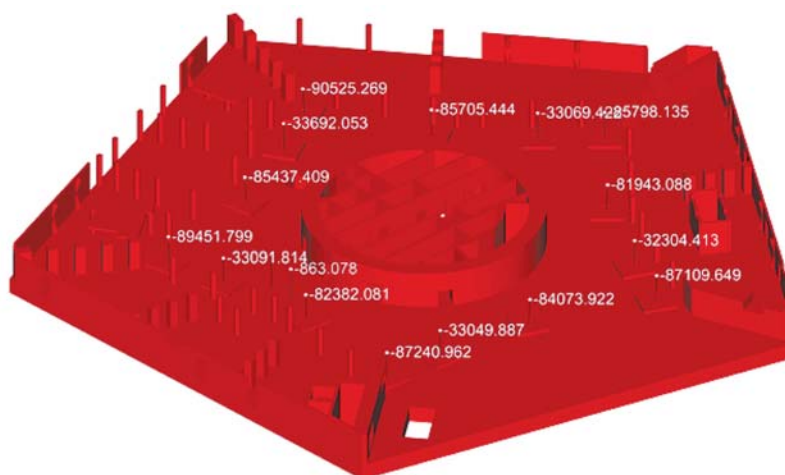


Рис. 7. Продольные усилия в колоннах высотной части на уровне B01, кН

Fig. 7. Longitudinal forces in the columns of the high-rise part at the level of B01, kN

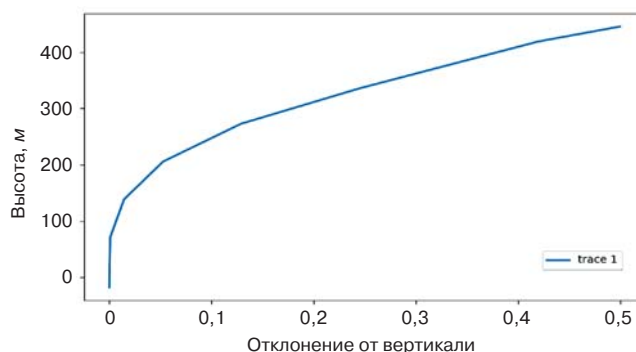


Рис. 8. Оценка формы отклонения от вертикали здания башни при ветровых нагрузках, близких к максимальным расчетным, м

Fig. 8. Estimation of the shape of deviation from the vertical of the Tower building at wind loads close to the maximum calculated, m

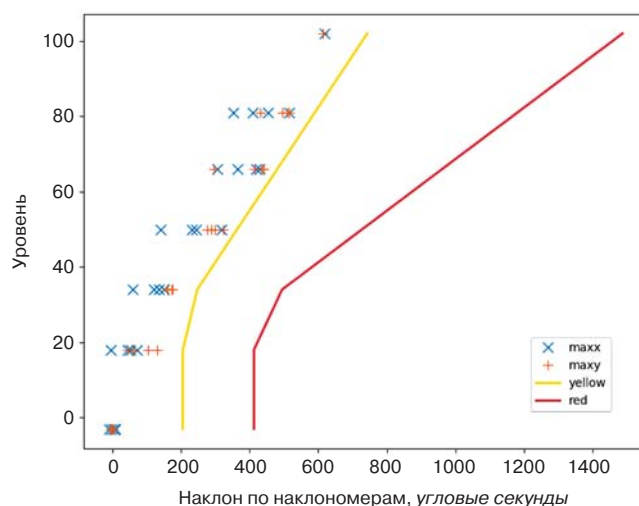


Рис. 9. Максимальные величины наклонов по результатам измерений 18–19 декабря 2019 г., корректировка желтой и красной границ

Fig. 9. Maximum slope values based on the results of measurements on December 18–19, 2019, adjustment of the yellow and red borders

где  $v'=0,122$  Гц – расчетная частота колебаний;  $\Phi_b=0,85$  – коэффициент на быстропротекающую ползучесть;  $\Phi_0=0,83$  – соотношение между начальным и динамическим модулями железобетона (при очень

малых деформациях);  $M_1=509392$  т – проектная масса здания;  $M_2=134206$  т – полы, перегородки, полезные, гололедные нагрузки;  $k=0,3$  – ориентировочный коэффициент учета нагрузок от полов, перегородок, полезных, гололедных нагрузок.

Таким образом, измеренные частоты вполне соответствуют расчетным.

Поскольку предельные значения частот колебаний не регламентируются действующими нормативными документами, в качестве желтой границы показаний акселерометров принято условие снижения частот колебаний башни на 10% от фактической, а в качестве красной границы – снижение фиксируемых частот колебаний на 30% от измеренного значения.

### Результаты геотехнического мониторинга при строительстве

Построение работоспособной системы мониторинга при эксплуатации возможно только как продолжение работоспособной системы мониторинга при строительстве. Поэтому представляется важным остановиться на результатах геотехнического мониторинга.

В рамках геотехнического мониторинга до откопки котлована вокруг ограждения котлована подземной части здания была размещена система инклинометров, в основании были установлены датчики порового давления – экстензометры; по мере устройства конструкций подземной части здания осуществлялась установка тензодатчиков под подошвой ростверка.

Результаты измерений демонстрируют, что в отличие от цилиндрической формы подземной части пентагональное в плане подземное сооружение с ограждением в виде «стены в грунте» с распорными кольцами, как и ожидалось, не позволяет достичь одинаковых горизонтальных смещений ограждения котлована. В более жестких угловых зонах смещения почти вдвое меньше, чем в середине каждой стороны пятиугольника (рис. 10). Максимальное суммарное смещение наблюдалось по инклинометру И-11 на глубине 14 м и составляло 46,4 мм, что не превысило максимальных расчетных значений (76 мм). Однако правильная форма подземного сооружения в плане позволяет все же использовать эффект «бочки с обручами внутри», работающей на наружное давление, и тем самым проводить работы в почти полностью открытом котловане, с минимальной зоной работ под перекрытиями контурных распорных «обручей».

Наблюдения за послойными осадками основания выполнялись по экстензометрам глубиной 97 м (рис. 11). Поскольку нижняя марка экстензометра находится всего лишь на 12 м ниже пяты свай центральной части пятна застройки высотного здания и может сама претерпевать осадки, положение верхней марки контролировалось геодезическими методами.

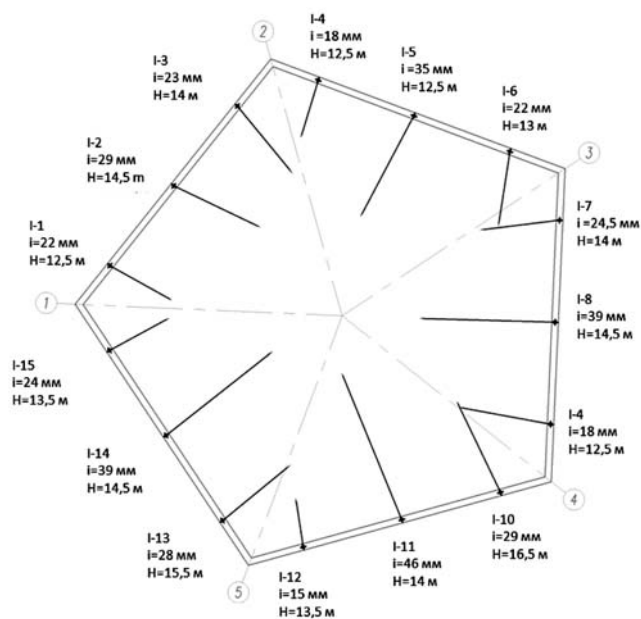


Рис. 10. Схема расположения инклинометров и векторы максимальных суммарных смещений инклинометров с указанием глубины максимального смещения (с 28.08.2013 по 05.04.2015): И-1 – И-15 – номера инклинометров;  $i$  – горизонтальное смещение, мм;  $H$  – глубина расположения максимального горизонтального смещения, м

Осадки высотного здания развивались по возрастающей кривой и достигли к моменту окончания строительства в 2018 г. 32 мм в зоне под ядром. В краевых зонах осадки оказались вдвое меньшими. При этом примерно такие же осадки были зафиксированы геодезическими способами, привязанными к фундаментальным реперам. Следовательно, можно утверждать, что осадки претерпевает весьма ограниченный слой грунта под пятой свай. Сжимаемая толща ниже пяты свай составляет порядка 15 м. Такой вывод не является неожиданным, поскольку мощность толщи твердых глин венда ниже пяты свай составляет 20 м, их подстилают песчаники, имеющие существенно более высокую жесткость и меньшую податливость.

В развитие осадок внес вклад и эффект сжатия свай и грунта в межсвайном пространстве (его доля почти 2/3 накопленных осадок). Исходя из простейших расчетов упругое сжатие ствола сваи диаметром 2 м и длиной 65 м под нагрузкой 30000 кН составляет примерно 2 см, что полностью совпадает с измеренным значением осадки за счет собственного сжатия «условного фундамента».

Измеренные величины осадок коррелируют с результатами выполненного авторами расчета длительных осадок здания на нелинейном вязкопластическом основании (с учетом возможного развития длительной ползучести) [7]. По результатам расчетов макси-

мальная длительная осадка здания достигнет 8 см при сравнительно небольшой неравномерности осадок. При этом примерно 1/3 осадок реализуется в процессе строительства, т. е. около 3 см, что хорошо согласуется с результатами наблюдений.

Установленные под подошвой плиты ростверка датчики продемонстрировали, что контактное давление грунта мало (не превышает давление от собственного веса плиты ростверка). Таким образом, плита ростверка не участвует в работе свайного фундамента, что свидетельствует о том, что идея плитно-свайного фундамента может работать только для однородного основания [6–9]. В случае же, если под плитой ростверка залегает более податливый грунт, чем в основании свай, плита исключается из работы.

Во всех скважинных пьезометрах были зарегистрированы практически идентичные показания, примерно соответствующие давлению столба воды с нулем примерно на уровне Финского залива в состоянии покоя (рис. 12). В период устройства подземной части здания показания датчиков падают (с 07.08.2013 по 07.04.2014) в точности на величину снятого при откопке котлована столба воды (15–16 м). Впоследствии по мере возведения здания наблюдается медленный рост показаний датчиков.

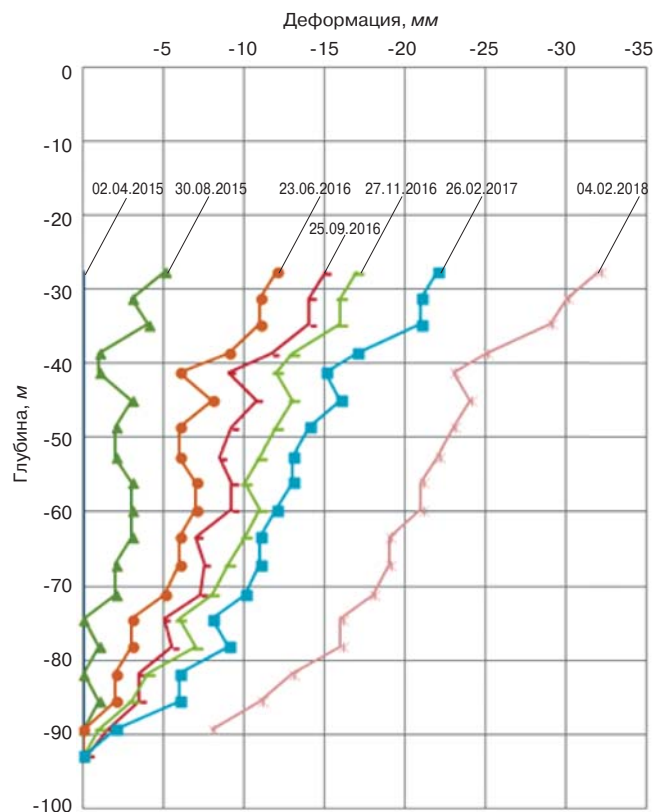


Рис. 11. Эпюры развития послойных осадок по экстензометру № 1  
Fig. 11. Plots of layer-by-layer sediment development according to extensometer No. 1

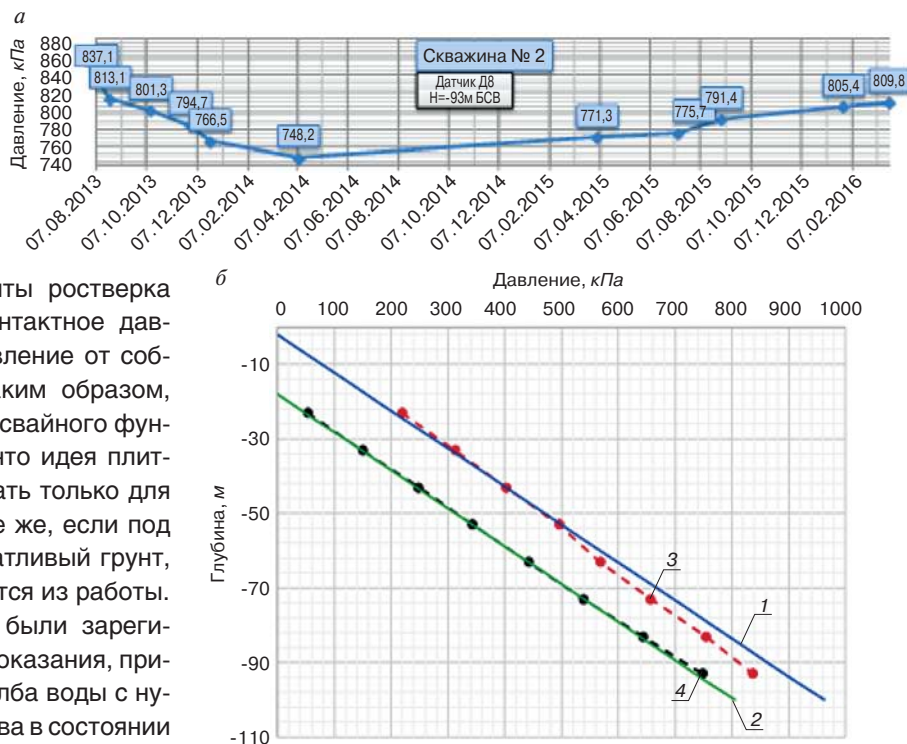


Рис. 12. Показания датчиков порового давления, установленных в скважине № 2: а – изменение порового давления во времени; б – графики развития порового давления по глубине; 1 – гидростатическое давление до откопки; 2 – после откопки котлована глубиной 18 м; 3, 4 – показания датчиков порового давления соответственно до и после откопки котлована

Fig. 12. Readings of pore pressure sensors installed in well No. 2: a – change in pore pressure over time; b – graphs of pore pressure development over depth; 1 – hydrostatic pressure before excavation; 2 – after excavation of the pit with a depth of 18 m; 3, 4 – readings of pore pressure sensors, respectively, before and after excavation of the pit

Показания датчиков демонстрируют проницаемость вендских глин из-за присущей им трещиновато-блочной структуры [10, 11], которые ранее было принято считать практически водонепроницаемыми (отметим, что химический анализ проб воды, отобранной авторами на уровне плиты ростверка, указал на ее происхождение от вендского водоносного комплекса, т. е. с глубины 90 м). При этом никакого избыточного порового давления не наблюдается, что вполне ожидаемо: оно не может проявляться в твердых глинах, где вода в порах находится в связанном состоянии.

### Заключение

Практическая реализация системы интерактивного мониторинга на объекте «Лахта Центр» продемонстрировала эффективность применения интерактивной расчетной модели здания, взаимодействующего с основанием, при анализе результатов мониторинга и определении граничных значений параметров для сигнала тревоги.

Расчетная модель для целей мониторинга, отражающая наиболее вероятное состояние объекта без допущений и упрощений в запас прочности, суще-

ственным образом отличается от расчетных моделей, применяемых при проектировании.

Назначение параметров для сигнала «тревоги» на границе области прогнозируемых параметров наиболее вероятного состояния системы обеспечивает чувствительность системы к негативным изменениям, которые оказывается возможным выявить на раннем этапе их развития, что позволяет в спокойном режиме выполнить анализ ситуации и принять адекватные меры.

### Список литературы

1. Катценбах Р., Шмитт А., Рамм Х. Основные принципы проектирования и мониторинга высотных зданий Франкфурта-на-Майне. Случаи из практики // *Реконструкция городов и геотехническое строительство*. 2005. № 9. С. 80–99.
2. Шашкин К.Г. Теоретические основы интерактивного мониторинга сложных зданий и подземных сооружений // *Геотехника*. 2018. № 3. С. 26–37.
3. Травуш В.И., Шахворостов А.И., Бобков А.А., Морозова Е.В., Никифоров С.В. Бетонирование нижней плиты коробчатого фундамента башни комплекса «Лакhta Центр» // *Высотное строительство*. 2015. № 1. С. 92–101.
4. Травуш В.И., Шахраманьян А.М., Колотовичев Ю.А., Шахворостов А.И., Десятин М.А., Шулятьев О.А., Шулятьев С.О. «Лакhta Центр»: автоматизированный мониторинг деформаций несущих конструкций и основания // *Academia. Архитектура и строительство*. 2018. № 4. С. 94–108.
5. Шулятьев О.А. Основания и фундаменты высотных зданий. Москва: АСВ, 2016. 391 с.
6. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г., Шашкин В.А. Основы совместных расчетов зданий и оснований. СПб.: Геореконструкция, 2014. 328 с.
7. Шашкин А.Г. Проектирование зданий и подземных сооружений в сложных инженерно-геологических условиях Санкт-Петербурга. М.: Академическая наука – Геомаркетинг, 2014. 352 с.
8. Шашкин А.Г. Расчет сооружений на слабых глинистых грунтах. Saarbrücken: Lap Lambert Academic Publishing, 2016. 349 с.
9. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Геореконструкция, 2010. 551 с.
10. Дашко Р.Э. Геотехническая диагностика коренных глин Санкт-Петербургского региона (на примере нижнекембрийской глинистой толщи) // *Реконструкция городов и геотехническое строительство*. 2000. № 1. С. 95–100.
11. Дашко Р.Э., Александрова О.Ю., Котюков П.В., Шидловская А.В. Особенности инженерно-геологических условий Санкт-Петербурга // *Развитие городов и геотехническое строительство*. 2011. № 13. С. 25–71.

### References

1. Katzenbach R., Schmitt A., Ramm H. Basic principles of design and monitoring of high-rise buildings in Frankfurt am Main. Cases from practice. *Rekonstruktsiya gorodov i geotekhnicheskoe stroitel'stvo*. 2005. No. 9, pp. 80–99. (In Russian).
2. Shashkin K.G. Theoretical basis for interactive monitoring of complex buildings and underground structures. *Geotekhnika*. 2018. No. 3, pp. 26–37. (In Russian).
3. Travush V.I., Shakhvorostov A.I., Bobkov A.A., Morozova E.V., Nikiforov S.V. Concreting the lower plate of the box Foundation of the tower of the Lakhta Center complex. *Vysotnoe stroitel'stvo*. 2015. No. 1, pp. 92–101. (In Russian).
4. Travush V.I., Shakhraman'yan A.M., Kolotovich Yu.A., Shakhvorostov A.I., Desyatina M.A., Shulyat'ev O.A., Shulyat'ev S.O. "Lakhta Center": automated deformation monitoring of structures and foundations. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo*. 2018. No. 4, pp. 94–108. (In Russian).
5. Shulyatev O.A. Osnovaniya i fundamenty vysoznykh zdaniy [Bases and foundations of high-rise buildings]. Moscow: ASV. 2016. 391 p.
6. Ulitsky V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G., Shashkin V.A. Osnovy sovmestnykh raschetov zdaniy i osnovanii [The basics of soil-structure interaction calculations]. Saint-Petersburg: Georeconstructsia. 2014. 328 p.
7. Shashkin A.G. Proektirovanie zdaniy i podzemnykh sooruzhenii v slozhnykh inzhenerno-geologicheskikh usloviyakh Sankt-Peterburga [Design of buildings and underground structures in complex engineering and geological conditions of St. Petersburg]. Moscow: Akademicheskaya nauka – Geomarketing. 2014. 352 p.
8. Shashkin A.G. Raschet sooruzhenii na slabyykh glinistykh gruntakh [Calculation of structures on weak clay soils]. Saarbrücken: Lap Lambert Academic Publishing. 2016. 349 p.
9. Ulickij V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G. Geotekhnicheskoe soprovozhdenie razvitiya gorodov [Geotechnical Support of Urban Development]. Saint Petersburg: Georeconstruction. 2010. 551 p.
10. Dashko R.E. Geotechnical diagnostics of indigenous clays of the Saint Petersburg region (on the example of the lower Cambrian clay strata). *Rekonstruktsiya gorodov i geotekhnicheskoe stroitel'stvo*. 2000. No. 1, pp. 95–100. (In Russian).
11. Dashko R.E., Alexandrova O.Yu., Kotyukov P.V., Shidlovskaya A.V. Features of engineering and geological conditions of Saint Petersburg. *Razvitie gorodov i geotekhnicheskoe stroitel'stvo*. 2011. No. 13, pp. 25–71. (In Russian).

УДК 621.6.072

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-13-21>

Д.Г. САМАРИН, канд. техн. наук (sdgsamara@mail.ru),  
А.А. ФИЛИППОВИЧ, канд. техн. наук, В.Л. УСТЮЖАНИН, инженер  
Томский государственный архитектурно-строительный университет (634003, г. Томск, Соляная пл., 2)

## Ошибки при проектировании и устройстве анкерных свай, выполняемых по разрядно-импульсной технологии

*Рассматривается случай из практики геотехнического строительства, когда ошибки в расчетах анкерных свай, выполняемых по разрядно-импульсной технологии (анкера РИТ), и отклонения от проектных решений могли привести к аварийной ситуации. При экскавации грунта котлована строящейся подземной автостоянки ограждающая конструкция котлована, закрепленная анкерами РИТ, получила недопустимые смещения. Расчетами установлено, что несущая способность по грунту анкеров РИТ была завышена до трех раз. Кроме того, анализ имеющихся материалов по данному объекту позволил авторам выявить серьезные нарушения при устройстве последних. Показано, что при проведении работ по предварительному натяжению анкеров РИТ в отдельных случаях даже от усилия натяжения (100 кН) происходила потеря их несущей способности по грунту. В результате возникла необходимость перепроектирования всего анкерного крепления.*

**Ключевые слова:** анкера РИТ, разрядно-импульсные технологии, анкерная свая, ограждающая конструкция, несущая способность сваи.

**Для цитирования:** Самарин Д.Г., Филиппович А.А., Устюжанин В.Л. Ошибки при проектировании и устройстве анкерных свай, выполняемых по разрядно-импульсной технологии // *Жилищное строительство*. 2020. № 12. С. 13–21. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-13-21>

D.G. SAMARIN, Candidate of Sciences (Engineering) (sdgsamara@mail.ru),  
A.A. FILIPPOVICH, Candidate of Sciences (Engineering), V.L. USTYUZHANIN, Engineer  
Tomsk State University of Architecture and Building (2, Solyanaya Sq., Tomsk, 634003, Russian Federation)

### About Errors Engineering and Deviceing Anchor Piles, Performed by Discharge-Pulse Technology

The article examines a case from the practice of geotechnical construction, when errors in the calculations of anchor piles performed by discharge-pulse technology (DPT anchor) and deviations from engineering solutions could lead to an emergency. During excavation of the foundation pit, an underground parking lot under construction, the enclosing structure, fixed with DPT anchors, received unacceptable displacements. Calculations established that the bearing capacity of the DPT anchors on the ground was overestimated up to 3 times. In addition, the analysis of the available materials on this object allowed the authors to identify serious violations in the construction of the latter. It is shown that when carrying out work on the preliminary tension of the DPT anchors, in some cases, already with an effort of 10 tons, there is a loss of their bearing capacity along the ground. As a result, it became necessary to redesign the anchorage.

**Keywords:** DPT anchor, discharge-pulse technologies, anchor pile, enclosing structure, pile-bearing capacity.

**For citation:** Samarín D.G., Filippovich A.A., Ustyuzhanin V.L. About errors engineering and deviceing anchor piles, performed by discharge-pulse technology. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 12, pp. 13–21. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-13-21>

Применение разрядно-импульсных технологий для устройства монолитных свайных конструкций (свай-РИТ) является эффективным средством, обеспечивающим их высокую несущую способность [1–11]. Однако вопросы качества проектирования и устройства последних остаются открытыми [12].

Свай-РИТ относительно недавно появились на строительном рынке, и к ним, как и в отношении всего нового, все участники строительного рынка относятся с настороженностью. В этой ситуации даже

незначительные замечания в адрес свай-РИТ могут оказаться весьма чувствительными. Необходимым условием является рассмотрение каждого случая негативного опыта применения свай-РИТ с целью определения характерных ошибок, критически влияющих на них. Устранение этих ошибок поможет повысить эффективность применения свай-РИТ.

В статье рассматривается конкретный пример из строительной практики, когда изготовление анкерных свай-РИТ ненадлежащего качества и ошибки

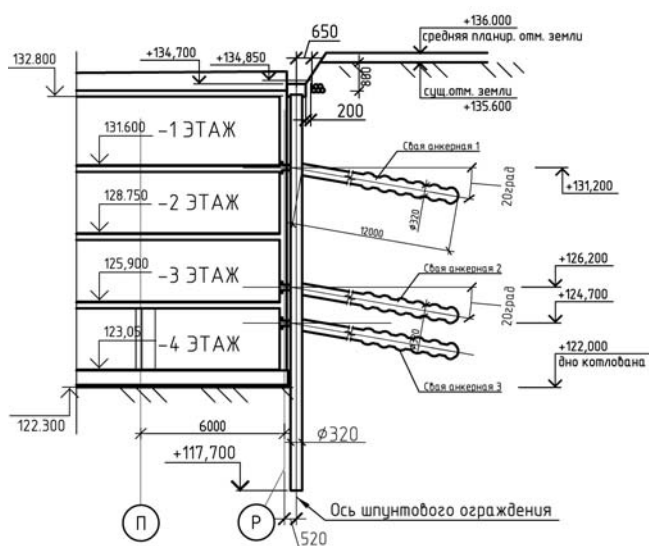


Рис. 1. Схема размещения на разрезе многоуровневой подземной автостоянки и ограждающей конструкции

Fig. 1. Layout of a multi-level underground parking lot and retaining structure

их проектирования могли привести к аварийной ситуации.

Рассматриваемый объект строительства – подпорное сооружение, предназначенное для временного крепления стен котлована, устраиваемого под расположение многоуровневой подземной автостоянки (рис. 1).

Строительство автостоянки велось в стесненных условиях, в непосредственной близости от жилого массива и прилегающих строений (рис. 2, 3).

По проекту (рис. 3) устраивалось подпорное сооружение П-образной формы в плане из разряженных буронабивных свай, объединенных сверху монолитным железобетонным ростверком. Длина сооружения в осях: 1–12 – 72,26 м; 1/Р – 18,9 м; 12/Е – 14 м; Е–Р – 3,44 м (рис. 4).

Расположение буронабивных свай однорядное с шагом 0,9–1 м. Диаметр свай 320 мм. Длина свай  $L=16,5$  м. Общее количество свай 52 шт. Высота подпорного сооружения 12,4 м. Отметка верха стены (абс. отм.) 134,7 м, дна котлована – 122,3 м.

Проектом предусмотрена установка по высоте подпорного сооружения многоуровневого анкерного крепления, состоящего из анкерных свай-РИТ, устраиваемых под углом  $20^\circ$  к горизонту. Диаметр ствола анкерных свай 320 мм, корня анкера – 480 мм.

В уровне 1-го яруса подпорного сооружения предусматривается устройство анкерных свай-РИТ с шагом 4 м. Во 2-м и 3-м ярусах анкера устраиваются с шагом 2 м. Длина анкерных свай-РИТ 1-го яруса 12 м, 2-го и 3-го ярусов – 11 и 10 м соответственно (рис. 5).



Рис. 2. Фрагмент общего вида возводимой ограждающей конструкции по оси 1–12 и примыкающего к ней строения

Fig. 2. Fragment of the general view of the enclosing structure being erected along the axis 1–12 and the adjacent structure



Рис. 3. Общий вид расположения многоуровневой подземной автостоянки: I – подземная автостоянка; II – жилой комплекс

Fig. 3. General view of the location of the multilevel underground parking: I – underground parking; II – residential complex

Геолого-литологическое строение площадки строительства до глубины 26–28 м представлено преимущественно супесью песчанистой и суглинком.

Для площадки строительства характерен большой уклон. Разность отметок рельефа (отм. абс.) – 124,5–135,5 м (рис. 6).

В пределах грунта основания выделены следующие инженерно-геологические элементы (ИГЭ):

ИГЭ 1. Современные техногенные отложения (смесь почвы с включениями битого кирпича до 50%), представленные насыпными грунтами мощностью 0,2–3 м.

ИГЭ 2. Супесь песчанистая малой степени водонасыщения:

- плотность частиц грунта  $\rho_s = 2,71$  г/см<sup>3</sup>;
- плотность грунта  $\rho = 1,78$  г/см<sup>3</sup>;
- коэффициент пористости грунта  $e = 0,671$ ;





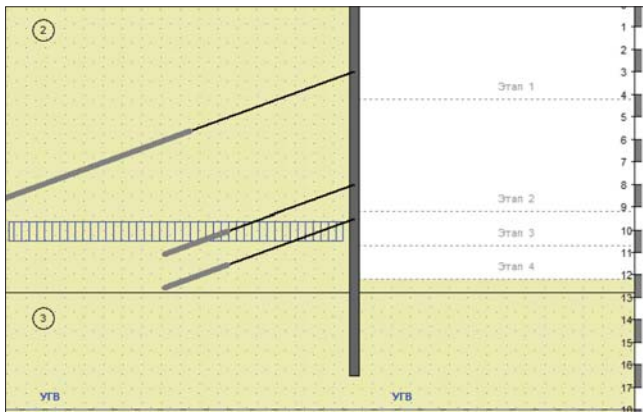


Рис. 7. Расчетная схема (сечение 1–1, программный комплекс GeoWall v. 4.4.0.6964)

Fig. 7. Design scheme (section 1–1, GeoWall v. 4.4.0.6964 software package)

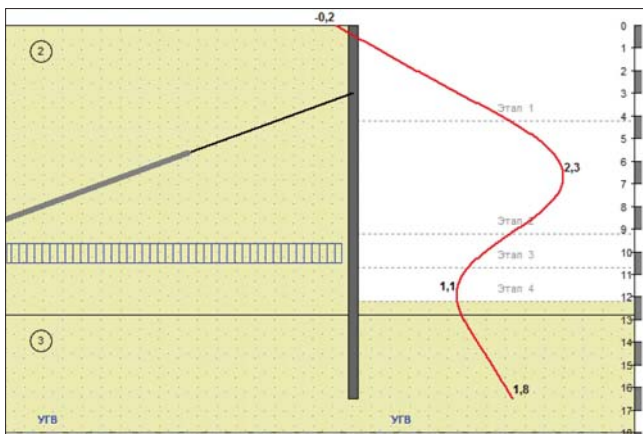


Рис. 8. Горизонтальные перемещения ограждающей конструкции (2-й этап). Максимальные перемещения 2,3 см

Fig. 8. Horizontal movement of the enclosing structure (stage 2). Max. displacement 2,3 cm

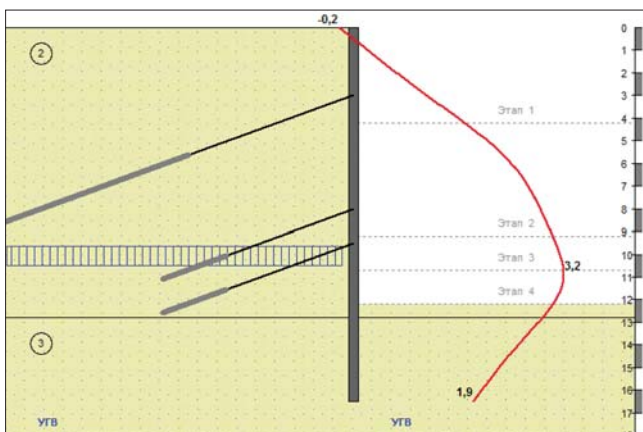


Рис. 9. Горизонтальные перемещения ограждающей конструкции (4-й этап). Максимальные перемещения 3,2 см

Fig. 9. Horizontal movement of the enclosing structure (stage 4). Max. displacement 3,2 cm

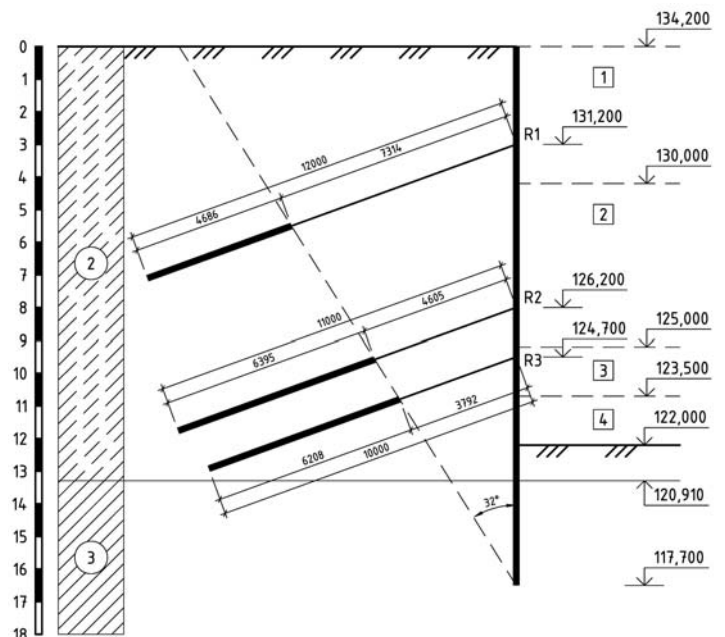


Рис. 10. Схема к определению несущей способности анкерных свай (сечение 1–1)

Fig. 10. Scheme for determining the bearing capacity of anchor piles (section 1–1)

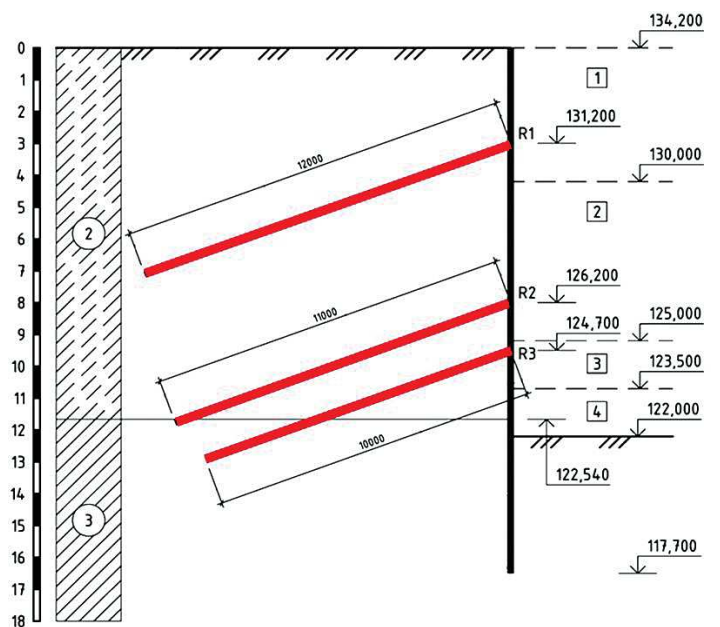


Рис. 11. Принятая в проекте характерная схема к определению несущей способности анкерных свай (сечение 3–3)

Fig. 11. The characteristic scheme adopted in the project for determining the bearing capacity of anchor piles (section 3–3)

Таблица 1  
Table 1

Вводимые параметры  
Input parameters

Характеристики (обозначения)	Ед. измерения	Величина
<i>Подпорная стенка</i>		
Ширина стенки, $b$	м	0,183 м
Вес стенки, $w$	кН/мп	60,39
Модуль упругости, $E$	кН/м <sup>2</sup>	$3 \times 10^7$
Нормальная жесткость, $EA$	кН/мп	$5,49 \times 10^6$
Изгибная жесткость, $EJ$	кН/м <sup>2</sup> /мп	$1,5 \times 10^5$
Коэффициент Пуассона, $\nu$	–	0,2
<i>Анкерная тяга</i>		
Модуль упругости, $E$	кН/м <sup>2</sup>	$2,3 \times 10^7$
Диаметр тяги, $d$	м	0,32
Нормальная жесткость, $EA$	кН/мп	$1,8 \times 10^6$
Шаг анкеров 1-го яруса, $L$	м	4
Шаг анкеров 2-го яруса, $L$	м	2
Шаг анкеров 3-го яруса, $L$	м	2
Доп. нагрузка на анкер 1-го яруса	кН	228
Доп. нагрузка на анкер 2-го яруса	кН	351
Доп. нагрузка на анкер 3-го яруса	кН	350
<i>Корень анкера</i>		
Модуль упругости, $E$	кН/м <sup>2</sup>	$2,3 \times 10^7$
Диаметр корня, $d$	м	0,336
Нормальная жесткость корня 1-го яруса, $EA$	кН/мп	$5,09 \times 10^5$
Нормальная жесткость корня 2-го яруса, $EA$	кН/мп	$6,79 \times 10^5$
Нормальная жесткость корня 3-го яруса, $EA$	кН/мп	$1,01 \times 10^6$

По просьбе заказчика была осуществлена экспертная проверка проектной документации.

На рис. 7–9 показаны характерные результаты расчетов ограждающей конструкции, которые были предоставлены проектной организацией.

Эпюры горизонтальных перемещений (сечение 1–1) показывают, что после экскавации грунта котлована на 2-м этапе максимальные перемещения должны были составить ~2,3 см (рис. 9), а после выполнения всех этапов ~3,2 см. (рис. 9). Однако в действительности уже на 2-м этапе перемещения возводимой ограждающей конструкции стали более 10 см.

Проверочные расчеты несущей способности анкерных свай-РИТ выполнялись в соответствии с СП 2413330–2011 «Свайные фундаменты» и ТР 50-180–06 «Технические рекомендации по проектированию и устройству свайных фундаментов, выполняемых с использованием разрядно-импульсной технологии для зданий повышенной этажности (свай-РИТ)».

Таблица 2  
Table 2

Результаты поэтапного расчета подпорного сооружения  
в ПК PLAXIS 2D Foundation (Версия 7)  
Results of the step-by-step calculation of the retaining structure in the  
PLAXIS 2D Foundation PC (Version 7)

Параметры	Ед. изм.	Значение
<b>Расчет 1 (отм. 130)</b>		
Гориз. перемещения в уровне верха сооружения	см	2,06
Максимальные гориз. перемещения сооружения	см	2,06
Гориз. перемещения на отм. 131,2	см	0,75
<b>Расчет 2 (отм. 130)</b>		
Гориз. перемещения в уровне верха сооружения	см	2,08
Максимальные гориз. перемещения сооружения	см	2,72
Гориз. перемещения в уровне анкера 1-го яруса (отм. 131,2)	см	0,69
<b>Расчет 3 (отм. 125)</b>		
Гориз. перемещения в уровне верха сооружения	см	13,12
Максимальные гориз. перемещения сооружения	см	13,12
Гориз. перемещения в уровне анкера 1-го яруса (на отм. 131,2)	см	10,72
Гориз. перемещения на отм. 126,2	см	7,5
<b>Расчет 4 (отм. 125)</b>		
Гориз. перемещения в уровне верха сооружения	см	13,16
Максимальные гориз. перемещения сооружения	см	13,16
Гориз. перемещения в уровне анкера 1-го яруса (на отм. 131,2)	см	10,73
Гориз. перемещения в уровне анкера 2-го яруса (на отм. 126,2)	см	7,51
<b>Расчет 5 (отм. 125)</b>		
Гориз. перемещения в уровне верха сооружения	см	26,23
Максимальные гориз. перемещения сооружения	см	26,23
Гориз. перемещения в уровне анкера 1-го яруса (на отм. 131,2)	см	21,7
Гориз. перемещения в уровне анкера 2-го яруса (на отм. 126,2)	см	15,09
Гориз. перемещения на отм. 124,7	см	12,75
<b>Расчет 6 (отм. 123,5)</b>		
Гориз. перемещения в уровне верха сооружения	см	26,28
Максимальные гориз. перемещения сооружения	см	26,28
Гориз. перемещения в уровне анкера 1-го яруса (на отм. 131,2)	см	21,74
Гориз. перемещения в уровне анкера 2-го яруса (на отм. 126,2)	см	15,08
Гориз. перемещения в уровне анкера 3-го яруса (на отм. 124,7)	см	12,65
<b>Расчет 7 (отм. 122)</b>		
Гориз. перемещения в уровне верха сооружения	см	45,3
Максимальные гориз. перемещения сооружения	см	45,3
Гориз. перемещения в уровне анкера 1-го яруса (на отм. 131,2)	см	38,61
Гориз. перемещения в уровне анкера 2-го яруса (на отм. 126,2)	см	27,06
Гориз. перемещения в уровне анкера 3-го яруса (на отм. 124,7)	см	23,28

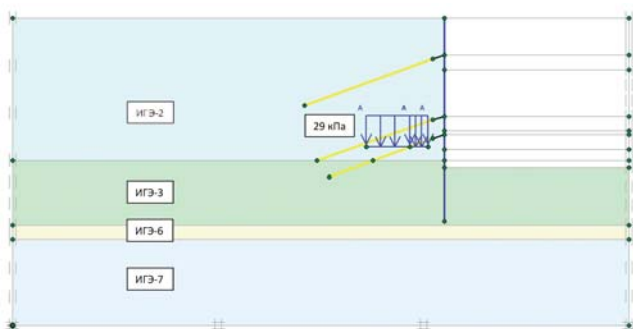


Рис. 12. Расчетная схема ограждающей конструкции (сечение 3–3). Расчет 7

Fig. 12. Design diagram of the retaining structure (section 3–3). Calculation 7

Ниже приведен пример расчета несущей способности анкерных свай-РИТ (сечение 1–1).

На рис. 10 приведена расчетная схема.

Несущая способность анкерных свай-РИТ по грунту  $F_d$ , кН определялась по формуле:

$$F_d = \gamma_{\text{кк}} \gamma_{\text{crit}} \gamma_{\text{cf}} \sum u_{\text{irit}} f_i h_i,$$

где  $\gamma_{\text{кк}}$  – коэффициент надежности свайного основания по ответственности здания и сооружения  $\gamma_{\text{кк}}=0,85$ ;  $\gamma_{\text{crit}}$  – коэффициент условий работы свай-РИТ  $\gamma_{\text{crit}}=1$ ;  $\gamma_{\text{cf}}$  – коэффициент условий работы грунта на боковой поверхности свай-РИТ для всех грунтов  $\gamma_{\text{cf}}=1,3$ ;  $u_{\text{irit}}$  – периметр поперечного сечения сваи, м;  $f_i$  – расчетное сопротивление  $i$ -го слоя грунта на боковой поверхности сваи, кПа;  $h_i$  – толщина  $i$ -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м.

Периметр поперечного сечения анкерной сваи-РИТ в зоне  $j$ -го камуфлетного уширения определяется по формуле:

$$u_{\text{irit}} = \pi D_{\text{куj}} = \pi d_c k_{\text{ush}},$$

где  $k_{\text{ush}}=D_{\text{куj}}/d_c$  (табл. 3, ТР 50-180-06). Для супесей с  $I_L < 0$   $k_{\text{ush}}=1,05$ .

Расчет несущей способности по грунту анкера № 1 ( $R_1$ ) (1-й ярус котлована):  $\gamma_{\text{кк}}=0,85$ ;  $\gamma_{\text{crit}}=1$ ;  $\gamma_{\text{cf}}=1,3$ ;  $u_{\text{irit}}=1,055$  м. Расчетное сопротивление грунта  $f_i$  принимается на участке длиной  $h_i=4,7$  м.

$$F_d = 0,85 \cdot 1 \cdot (1,3 \cdot 1,055 \cdot 4,7 \cdot 58,5) = 320,5 \text{ кН.}$$

Расчет несущей способности по грунту анкера № 2 ( $R_2$ ) (2-й ярус котлована):  $\gamma_{\text{кк}}=0,85$ ;  $\gamma_{\text{crit}}=1$ ;  $\gamma_{\text{cf}}=1,3$ ;  $u_{\text{irit}}=1,055$  м.

Расчетное сопротивление грунта  $f_i$  принимается на участке длиной  $h_i=6,4$  м.

$$F_d = 0,85 \cdot 1 \cdot (1,3 \cdot 1,055 \cdot 6,4 \cdot 66) = 492,4 \text{ кН.}$$

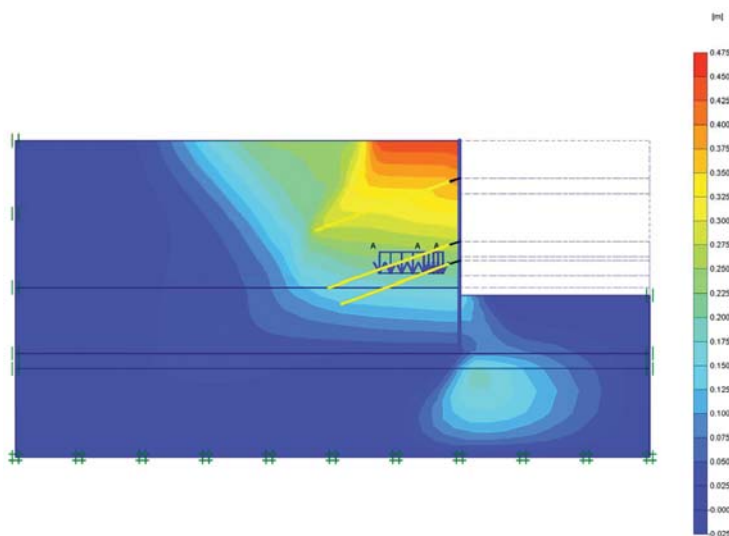


Рис. 13. Изополя горизонтальных перемещений по оси X, м. Расчет 7. Максимальные перемещения – 45,3 см

Fig. 13. Isofields of horizontal displacements along the X axis, m. Calculation 7. Max. displacement – 45.3 cm

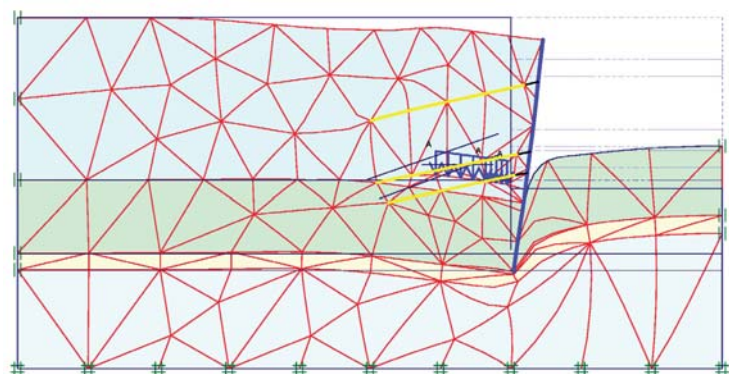


Рис. 14. Деформированная схема ограждающей конструкции. Расчет 7. Максимальные перемещения по оси X – 45,3 см

Fig. 14. Deformed diagram of the enclosing structure. Calculation 7. Max. displacement along the X axis – 45.3 cm

Расчет несущей способности по грунту анкера № 3 ( $R_3$ ) (3-й ярус котлована):  $\gamma_{\text{кк}}=0,85$ ;  $\gamma_{\text{crit}}=1$ ;  $\gamma_{\text{cf}}=1,3$ ;  $u_{\text{irit}}=1,055$  м.

Расчетное сопротивление грунта  $f_i$  принимается на участке длиной  $h_i=6,2$  м.

$$F_d = 0,85 \cdot 1 \cdot (1,3 \cdot 1,055 \cdot 6,2 \cdot 67,8) = 490 \text{ кН.}$$

Таким образом, несущая способность анкерных свай по грунту:

- 1-го яруса:  $F_d = 320,5$  кН;
- 2-го яруса:  $F_d = 492,4$  кН;
- 3-го яруса:  $F_d = 490$  кН.

В соответствии с предоставленными проектной организацией данными несущая способность анкерных свай по грунту:

- 1-го яруса:  $F_d = 935,2$  кН;
- 2-го яруса:  $F_d = 834,6$  кН;
- 3-го яруса:  $F_d = 791,8$  кН.

Таблица 3  
Table 3

Результаты испытаний контрольной анкерной сваи-РИТ  
Test results of the control anchor pile-РИТ

Время, ч, мин	Интервал времени между отсчетами ΔТ, мин	Нагрузка, кН		Отчеты по приборам, мм		Приращение перемещений S, мм		Среднее значение приращения перемещений S <sub>ср</sub> , мм
		общая	степень нагрузки	по первому S <sub>1</sub>	по второму S <sub>2</sub>			
12:30	–	–	0	1539	4411	–	–	–
12:30	0	40	40	1547	4420	0,08	0,09	0,09
13:00	30	80	40	1592	4462	0,53	0,51	0,52
13:30	30	120	40	1759	4632	2,20	2,21	2,21
14:00	30	160	40	1839	4713	3	3,02	3,01
14:30	30	200	40	2415	5283	8,76	8,72	8,74
15:30	30	240	40	2675	5550	11,36	11,39	11,38
16:30	60	280	40	3290	6166	17,51	17,55	17,53
17:30	60	320	40	3850	6717	23,11	23,06	23,09
18:30	60	360	40	4180	7051	26,41	26,4	26,41
20:30	120	375	15	4510	7385	<b>29,71</b>	<b>29,74</b>	<b>29,72</b>

Сопоставление полученных результатов и предоставленных данных показывает, что несущая способность по грунту анкерных свай-РИТ была завышена до трех раз.

Проверка расчетов показала, что некорректная оценка несущей способности анкеров по грунту состояла в ошибочном определении  $k_{ush}$ , где его значение было принято  $k_{ush}=1,5$ . Кроме того, установлено, что расчеты проводились без учета призмы обрушения, т. е. рабочая зона анкерной сваи-РИТ принималась по всей длине анкера (рис. 11).

Определение деформаций подпорного сооружения осуществлялось при помощи программного комплекса ПК PLAXIS 2D Foundation.

Двумерная модель позволяет только приближенно установить напряженное состояние грунта основания и взаимодействующего с ним анкера. Однако с ее помощью можно оценить деформации на общем уровне, предполагая отсутствие проскальзывания между корнем и грунтом.

В отличие от программных комплексов, основанных на инженерных методиках, ПК PLAXIS реализует метод конечных элементов, с помощью которого моделируется напряженно-деформированное состояние всей расчетной области [13–14], например грунтовый массив, ограждение, анкерное крепление (Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения / Под общ. ред. В.А. Ильичева и Р.А. Мангушева. М.: АСВ, 2014. 728 с.). В этом случае полученные результаты включают в себя не только изгиб подпорного сооружения, но и его смещение вместе с грунтовым массивом, что соответствует поведению реальных объектов.

В табл. 1 приведены исходные данные. Результаты расчетов представлены в табл. 2 и рис. 12–14.

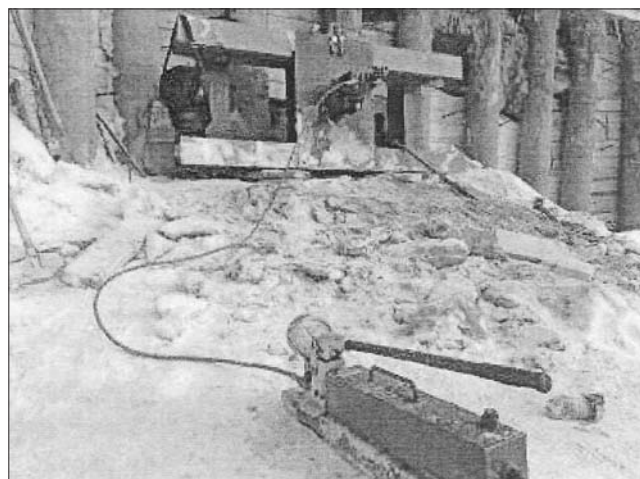


Рис. 15. Общий вид проводимых натурных испытаний анкерной сваи-РИТ

Fig. 15. General view of the ongoing full-scale tests of the anchor pile-DPT



Рис. 16. Выход анкерной сваи-РИТ на 4 см при усилии натяжения 100 кН

Fig. 16. Exit of the anchor pile-DPT by 4 cm with a tension force of 100 kN

Расчеты показали, что при полной экскавации грунта котлована, при принятых в проекте геометрических параметрах анкерного крепления смещения от вертикального положения могут составить 43,5 см (рис. 13, 14). Эта величина более чем в 10 раз превышает результаты расчета, предоставленные проектной организацией, где максимальные горизонтальные перемещения по оси X составляют не более 4 см (сечение 3–3).

После сделанных замечаний по проекту и передачи результатов заказчику было принято решение об устройстве контрольной анкерной сваи-РИТ длиной  $l=12$  м с целью ее натуральных испытаний (рис. 15). Далее было проведено сопоставление результатов этих испытаний (табл. 3) с имеющимися данными по предварительному натяжению анкеров. Так, при максимальной нагрузке ( $N=375$  кН) перемещения анкерной сваи-РИТ составили  $\sim 2,97$  м. Однако анализ имеющихся результатов по предварительному натяжению анкеров, предполагаемых по проекту такой же длины ( $l=12$  м), показал, что уже при усилии натяжения 100 кН перемещения анкеров доходили до 4 см (рис. 16).

Сравнение имеющихся результатов натуральных испытаний и предварительного натяжения анкеров позволяет говорить о нарушениях в технологии устройства анкерных свай-РИТ, которые могут быть вызваны, например, такими дефектами, как выполнение анкеров длиной меньше проектной и/или отсутствие уширения корня анкера.

### Список литературы

1. Джантимиров Х.А., Крючков С.А., Смирнов П.В. Геотехнические технологии на основе электрохимического взрыва. *Труды международной научно-практической конференции по проблемам механики грунтов, фундаментостроению и транспортному строительству*. Пермь, 2004. Т. 2. С. 46–58.
2. Джантимиров Х.А., Крючков С.А., Смирнов П.В. Геотехнические технологии на основе электрохимического взрыва. *Труды международной конференции по геотехнике: Реконструкция исторических городов и геотехническое строительство*. СПб., 2003. Т. 2. С. 24–30.
3. Кубецкий В.Л. Применение свай-РИТ в фундаментах высотных зданий // *Вестник МГСУ*. 2012. № 4. С. 240–245.
4. Соколов Н.С. Фундамент повышенной несущей способности с использованием буроналивочных

### Выводы

1. Экспертная проверка представленных материалов по ограждающей конструкции с анкерным креплением выявила ряд нарушений, связанных как с проектными решениями по анкерным сваям-РИТ, так и с технологией их устройства.
2. Установлено, что общая устойчивость рассматриваемой ограждающей конструкции не обеспечена несущая способность по грунту анкерных свай-РИТ завышена до трех раз.
3. В соответствии с проведенными в ПК PLAXIS 2D Foundation проверочными расчетами прогнозируемые перемещения ограждающей конструкции могут составить 45,3 см. При этом следует отметить, что сопоставление поэтапного расчета перемещений подпорного сооружения с фактическими значениями показывает здесь удовлетворительную сходимость. По предоставленным проектной организацией расчетам, выполненным в программном комплексе GeoWall v. 4.4.0.6964, максимальные горизонтальные перемещения ограждающей конструкции составляют не более 4 см.
4. Обнаружены нарушения в технологии устройства анкерных свай-РИТ, которые связаны с отклонениями геометрических параметров фактически устроенных анкеров от проектных.
5. По результатам проведенной экспертной проверки был поставлен вопрос о перепроектировании анкерного крепления.

### References

1. Dzhantimirov Kh.A., Kryuchkov S.A., Smirnov P.V. Geotechnical technologies based on electrochemical explosion. *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference on Soil Mechanics, foundation Engineering and Transport Construction*. Perm. 2004. Vol. 1, pp. 46–58. (In Russian).
2. Dzhantimirov Kh.A., Kryuchkov S.A., Smirnov P.V. Geotechnical technologies based on electrochemical explosion. *Proceedings of the International Conference on Geotechnics: Reconstruction of Historic Cities and Geotechnical Construction*. St. Petersburg. 2003. Vol. 2, pp. 24–30. (In Russian).
3. Kubetsky V.L. The use of piles-RIIT in the foundations of high-rise buildings. *Vestnik MGSU*. 2012. No. 4. pp. 240–245. (In Russian).
4. Sokolov N.S., Sokolov A.N., Sokolov S.N., Glushkov V.E., Glushkov A.E. Calculation of Increased Bearing Capacity Bored Piles. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo*

- ных свай ЭРТ с многоместными уширениями // *Жилищное строительство*. 2017. № 9. С. 25–29.
5. Еремин В.Я., Еремин А.В. Высотным зданиям – надежный фундамент. *Труды Международной научно-технической конференции. Проблемы механики грунтов и фундаментостроения в сложных грунтовых условиях*. Уфа, 3–5 октября, 2006. Т. 1. С. 69–75.
  6. Самарин Д.Г. Устройство ствола набивных свай с использованием электрических разрядов // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. 2005. № 3. С. 120–123.
  7. 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)*. Чебоксары, 2014. С. 411–415.
  8. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об одном методе расчета несущей способности буроинъекционных свай ЭРТ // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2015. № 1. С. 10–13.
  9. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об эффективности устройства буроинъекционных свай с многоместными уширениями с использованием электро-разрядной технологии // *Геотехника*. 2016. № 2. С. 28–32.
  10. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Особенности устройства и расчета буроинъекционных свай с многоместными уширениями // *Геотехника*. 2016. № 3. С. 60–65.
  11. Рябинов В.М., Горбушин А.В. Возможности использования электроразрядной технологии при строительстве на слабых грунтах // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2008. № 6. С. 10–13.
  12. Соколов Н.С. Об ошибочном способе устройства буроинъекционных свай с использованием электроразрядной технологии. *Жилищное строительство*. 2016. № 11. С. 20–28.
  13. Полищук А. И., Самарин Д. Г., Филиппович А.А. Результаты моделирования процессов взаимодействия фундаментов с глинистым грунтом основания // *Вестник ТГАСУ*. Томск. 2013. № 1 (38). С. 253–259.
  14. Полищук А.И., Самарин Д. Г., Осипов С. П., Филиппович А.А. Исследование совместной работы ленточного фундамента и инъекционных свай, используемых для его усиления в глинистом грунте // *Вестник ТГАСУ*. Томск. 2014. № 3 (44). С. 177–190.
- [Housing Construction]. 2017. No. 11, pp. 20–26. (In Russian).
5. Eremin V.Ya., Eremin A.V. High-rise buildings – a reliable foundation. *Proceedings of the International Scientific and Technical Conference. Problems of soil mechanics and foundation engineering in difficult soil conditions*. Ufa, October 3–5. 2006. Vol. 1, pp. 69–75. (In Russian).
  6. Samarin D.G. Device of a trunk of the stuffed piles with use of the electric discharges. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Stroitel'stvo*. 2005. No. 3, pp. 120–123. (In Russian).
  7. Sokolov N.S., Viktorova S.S., Fedorova T.G. Piles of increased bearing capacity. *Materials of the 8<sup>th</sup> All-Russian (2<sup>nd</sup> International) conference. New in architecture, design of building structures and reconstruction (NASKR-2014)*. Cheboksary. 2014, pp. 411–415. (In Russian).
  8. Sokolov N.S., Ryabinov V.M. On one method for calculating the bearing capacity of ERT bore-injection piles. *Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov*. 2015. No. 1, pp. 10–13. (In Russian).
  9. Sokolov N.S., Ryabinov V.M. On the efficiency of drilling injection piles with multiple widening using electric discharge technology. *Geotekhnika*. 2016. No. 2, pp. 28–32. (In Russian).
  10. Sokolov N.S., Ryabinov V.M. Features of the device and calculation of bored injection piles with multiple widening. *Geotekhnika*. 2016. No. 3, pp. 60–65. (In Russian).
  11. Ryabinov V.M., Gorbushin A.V. Possibilities of the electrical discharge technology application at the construction on the weak soils. *Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov*. 2008. No. 6, pp. 10–13. (In Russian).
  12. Sokolov N.S. About an erroneous method of the booster injection piles arrangement using the electrical discharge technology. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 11, pp. 20–28 (In Russian).
  13. Polishchuk A.I., Samarin D.G., Filippovich A.A. Results of modeling processes of interaction of foundations with clay soil. *Vestnik TGASU*. 2013. No. 1 (38), pp. 253–259. (In Russian).
  14. Polishchuk A.I., Samarin D.G., Osipov S.P., Filippovich A.A. The research of joint behavior of shallow foundation with strengthening injection piles in clay soil. *Vestnik TGASU*. 2014. No. 3 (44), pp. 177–190. (In Russian).

УДК 332.146.2

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-22-28>

С.А. СЕМЁНОВ, заместитель генерального директора (s.semenov@dev-city.ru),  
Г.Н. ЖУКОВ, руководитель проекта (g.zhukov@dev-city.ru)  
ООО НПЦ «Развитие города» (129090, г. Москва, пр. Мира, 19, стр. 3)

## Использование BI-технологий в муниципальном управлении

*Проанализированы современные инструменты информационно-аналитического обеспечения процесса принятия решений по оперативному управлению комплексной программой развития региона на муниципальном уровне. Приводится обзор наиболее значимых проблем, возникающих в процессе принятия решений. Предлагается решение подобных задач с применением современных технологий Business Intelligence. Приводятся наиболее часто употребляемые определения термина BI-технология. Представлены ключевые преимущества использования предлагаемых технологий. Определены цели использования BI-технологий на уровне муниципального управления. Даны примеры реализации BI-технологий в префектуре Северо-Восточного административного округа города Москвы. Установлено, что использование подобных механизмов существенно сокращает время и трудозатраты на подготовку материалов, необходимых для принятия управленческих решений, значительно повышает актуальность и достоверность используемой информации, обеспечивает наглядную визуализацию представленных решений.*

**Ключевые слова:** информационные технологии, муниципальное управление, BI-технологии.

**Для цитирования:** Семёнов С.А., Жуков Г.Н. Использование BI-технологий в муниципальном управлении // *Жилищное строительство*. 2020. № 12. С. 22–28. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-22-28>

S.A. SEMENOV, Deputy General Director (s.semenov@dev-city.ru), G.N. ZHUKOV, Project Manager (g.zhukov@dev-city.ru)  
ООО NPTS «City Development» (19, structure 3, Mira Avenue, Moscow, 129090, Russian Federation)

### Use of BI-Technologies in Municipal Management

Modern tools of information and analytical support of the decision-making process for operational management of the integrated regional development program at the municipal level are analyzed. An overview of the most significant problems that arise in the decision-making process is provided. It is proposed to solve such problems using modern Business Intelligence technologies. The most frequently used definitions of the term BI-technology are given. The key advantages of using the proposed technologies are presented. The goals of using BI-technologies at the municipal management level are defined. Examples of implementation of BI-technologies in the prefecture of the North-Eastern Administrative Okrug of Moscow are given. It is established that the use of such mechanisms significantly reduces the time and labor spent on preparing materials necessary for making management decisions, significantly increases the relevance and reliability of the information used, provides visual visualization of the presented solutions.

**Keywords:** information technologies, municipal management, BI-technologies.

**For citation:** Semenov S.A., Zhukov G.N. Use of BI-technologies in municipal management. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 12, pp. 22–28. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-22-28>

В условиях развивающегося кризиса, нарастающего спада в экономике процессы оперативного анализа существующего положения и моделирования стратегий приобретают жизненно важное значение для обеспечения деятельности как частных организаций и государственных структур, так и администраций городов и городских образований.

Планы, сформированные в конце 2019 г., подверглись многократным корректировкам, связанным как с повсеместным сокращением финансирования, так и с мероприятиями, обеспечивающими профилактику распространения коронавирусной инфекции.

Регулярное изменение и актуализация планов приводят к нарушению установленных бизнес-процессов и потребности оперативного моделирования с целью прогнозирования результатов того или иного сценария управления.

С другой стороны, за многие годы использования информационных технологий в муниципальном управлении накоплено огромное количество информации в цифровом виде. Но большинство этой информации хранится в разных системах, неоднородных по структуре, зачастую в таблицах Excel. Использовать эти данные для стратегического моделирования в су-



ществующем виде с применением классических технологий не представляется возможным.

В коммерческих предприятиях темпы накопления цифровой информации существенно превосходят аналогичные показатели органов муниципального управления, и сейчас для анализа и моделирования бизнес-процессов (бизнес-аналитики) повсеместно используют современные BI-технологии.

BI-технологии все чаще находят применение и в муниципальном управлении. Оперативность получения результата, возможность использования данных из разных источников, разнообразие форм представления результатов дают неоспоримые преимущества BI-системам перед классическими выгрузками из систем операционного управления или ручным анализом существующей информации.

Наиболее распространенными являются следующие определения термина BI:

BI (Business Intelligence) – это методы и инструменты для перевода необработанной информации в осмысленную удобную форму;

BI (Business Intelligence) – это обобщенное обозначение компьютерных методов и инструментов для организаций, обеспечивающих перевод транзакционной деловой информации в человекочитаемую форму, пригодную для бизнес-анализа, а также средства для массовой работы с такой обработанной информацией.

Особенно важно использовать такие инструменты информационного анализа при координации и управлении крупномасштабными городскими проектами рассредоточенного строительства в г. Москве [1].

Цель использования инструментов BI – трансформировать первичную информацию, представляющую собой массивы операционных данных, для обеспечения наглядного отображения ключевых тенденций и трендов динамики тех или иных показателей, моделирования исхода выполнения различных сценариев реализации соответствующих программ, прогнозирования результатов принятия управленческих решений.

Еще более ценные результаты использование BI-инструментов дает при сочетании внешних и внутренних данных. Подобные исследования позволяют формировать структурированные данные, на массивах которых можно тестировать те или иные бизнес-сценарии.

Особенность г. Москвы в том, что она, являясь субъектом Российской Федерации, в то же время является городом, т. е. муниципальным образованием. Структура муниципального управления в г. Москве представляет собой два уровня, соответствующих территориальному делению. Управление административными округами осуществляет префектура во главе

с префектом. В составе административных округов выделены районы, управление которыми возложено на районные управы, которыми руководят главы управ.

При этом субъектом управления органов государственной власти субъекта Федерации и органов муниципального управления является общий административно-хозяйственный комплекс.

Особенностью управления на муниципальном уровне является «близость к земле». Все статистические, плановые, прогнозные показатели зачастую разбиваются о действительность, о существующее положение на местах.

Использование инструментов BI именно на муниципальном уровне позволяет заблаговременно выявить проблемы, скорректировать планы, принять оперативные управленческие решения.

На сегодняшний день самыми распространенными инструментами, обеспечивающими BI-аналитику, являются Microsoft Power BI, Tableau, Qlik Sence.

При проектировании механизма мониторинга была поставлена задача обеспечить обработку разнородной информации, используемой в повседневной работе, и наглядную визуализацию, позволяющую проводить оперативную аналитику этой информации.

Структура муниципального управления имеет, с одной стороны – территориальное деление (по районам, входящим в состав административного округа), с другой – отраслевое деление по видам деятельности (строительство, ремонт и обеспечение, социальное обеспечение и пр.)

Отраслевые специалисты районных управ обладают самой актуальной информацией о состоянии дел на местах. Именно с них начинается сбор предложений о включении в программу тех или иных мероприятий. Предложения районных управ, а в дальнейшем агрегированное предложение префектур основаны на реально существующем положении.

Разработанные предложения проходят соответствующие согласования и формируют Программу комплексного развития. Мероприятия этой программы реализуются в рамках различных городских программ, в том числе в рамках программы «Мой район».

На муниципальном уровне специалисты используют информацию, доведенную до них из вышестоящих органов, которая довольно статична, ее динамика носит чаще всего квартальный характер, и оперативную информацию (несогласованное предложение), получаемую от своих подведомственных организаций, подрядчиков, подотчетных подразделений. Актуализация оперативной информации происходит в режиме реального времени, т. е. по мере производства работ.

Вся используемая информация хранится в цифровом виде, чаще всего в виде таблиц Excel. Это таб-

лицы разной структуры и назначения. Одни таблицы представляют собой дорожные карты реализации мероприятия по одному объекту, другие таблицы отображают мониторинг хода выполнения работ по всем объектам и т. д. Эти таблицы удобны специалистам в своей повседневной работе.

Использование BI для организации инструмента стратегического анализа позволяет избежать трудоемкого трансформирования этих таблиц, повторного ввода данных в информационные системы.

Одна из важнейших задач муниципального управления – удерживать реальность в рамках требуемых глобальных показателей. Однако до исполнителей на местах не всегда оперативно доводят актуальные планы стратегического планирования. Считается, что их задача обеспечивать физическую реализацию конкретного мероприятия. Здесь зачастую происходит информационные разрывы.

BI-инструмент позволяет отображать полученную из глобальных систем информацию стратегического характера и накладывать на нее визуализацию оперативной информации.

Принятие решений традиционно осуществляется итерационно, с постепенным вовлечением специалистов более высокого ранга, вплоть до руководства. Специалисты поднимают и анализируют цели, поставленные руководством или вышестоящим органом. Для выявления реальной картины отправляются запросы в нижестоящие организации. Формируются отклонения реальной картины от поставленных целей. Анализ этих отклонений определяет схему дальнейших действий. Либо готовится управленческое решение, которое представляется руководству для согласования, либо реальная картина подгоняется под требуемую статистику, под соответствие поставленным целям, и в этом случае ситуация развивается только в худшую сторону.

Подобный анализ крайне трудоемок, занимает основное время работы специалистов, требует организации переписки, ожидания ответов.

При поиске проблемных моментов формируется гипотеза, проводится мониторинг внешних целей, реальной обстановки, необходимые обсуждения; и гипотеза либо подтверждается, либо отклоняется, и формируется новая гипотеза.

Реализация этого процесса также требует существенных затрат временных ресурсов, которые крайне ограничены. Поэтому анализ проблемных мест на территории проводится только в экстренных случаях, иногда с опозданием.

При подготовке решения для представления руководству готовятся комплекты презентационных, картографических, табличных материалов, устаревающих на следующий день.

Для понимания реальной трудоемкости этих процессов можно ознакомиться со статьей «Инфографический анализ данных для разработки мероприятий программы реновация» [2], где авторы подробно описывают методологию и алгоритмы подготовки материалов. В статье «Информационно-аналитическое сопровождение программы «Мой район» [3] авторы приводят примеры материалов, подготавливаемых для формирования решений, описывают процесс подготовки этих материалов, в том числе трудоемкий процесс сбора и анализа исходных данных.

Именно эти вопросы создают предпосылки использования современных BI-технологий при оптимизации муниципального управления [4–15].

База знаний подобного инструмента должна содержать внешние данные стратегического характера, фактическое положение дел, основанное на данных операционных транзакций, рабочих документах, материалах. Инструмент должен визуализировать отклонения, предлагать гипотезы о причинах их возникновения, отражать процесс реализации мероприятий Программы комплексного развития. BI-инструмент должен стать единым источником данных на всех уровнях принятия управленческих решений.

Для обеспечения мониторинга хода выполнения Программы комплексного развития Северо-Восточного административного округа г. Москвы был использован активно развивающийся инструмент Qlik Sense.

В качестве исходных данных были проанализированы документы, таблицы, отчеты, презентационные материалы, используемые специалистами префектуры и районных управ в своей ежедневной работе.

Были выделены следующие группы материалов:

- Программы развития (укрупненные планы проведения работ на три года, сформированные по отраслевым разделам).
- Планы мероприятий по реализации программ на текущий год (по разделам программы).
- Дорожные карты реализации мероприятий программ.
- Сводный мониторинг хода реализации мероприятий программы.
- Сводные перечни объектов на территории (по функциональному назначению).
- Повестки, протоколы штабов, рабочих групп, совещаний о ходе реализации тех или иных мероприятий.
- Аналитические записки о состоянии дел на объекте.

Данные материалы формируются в процессе реализации мероприятий программ специалиста-

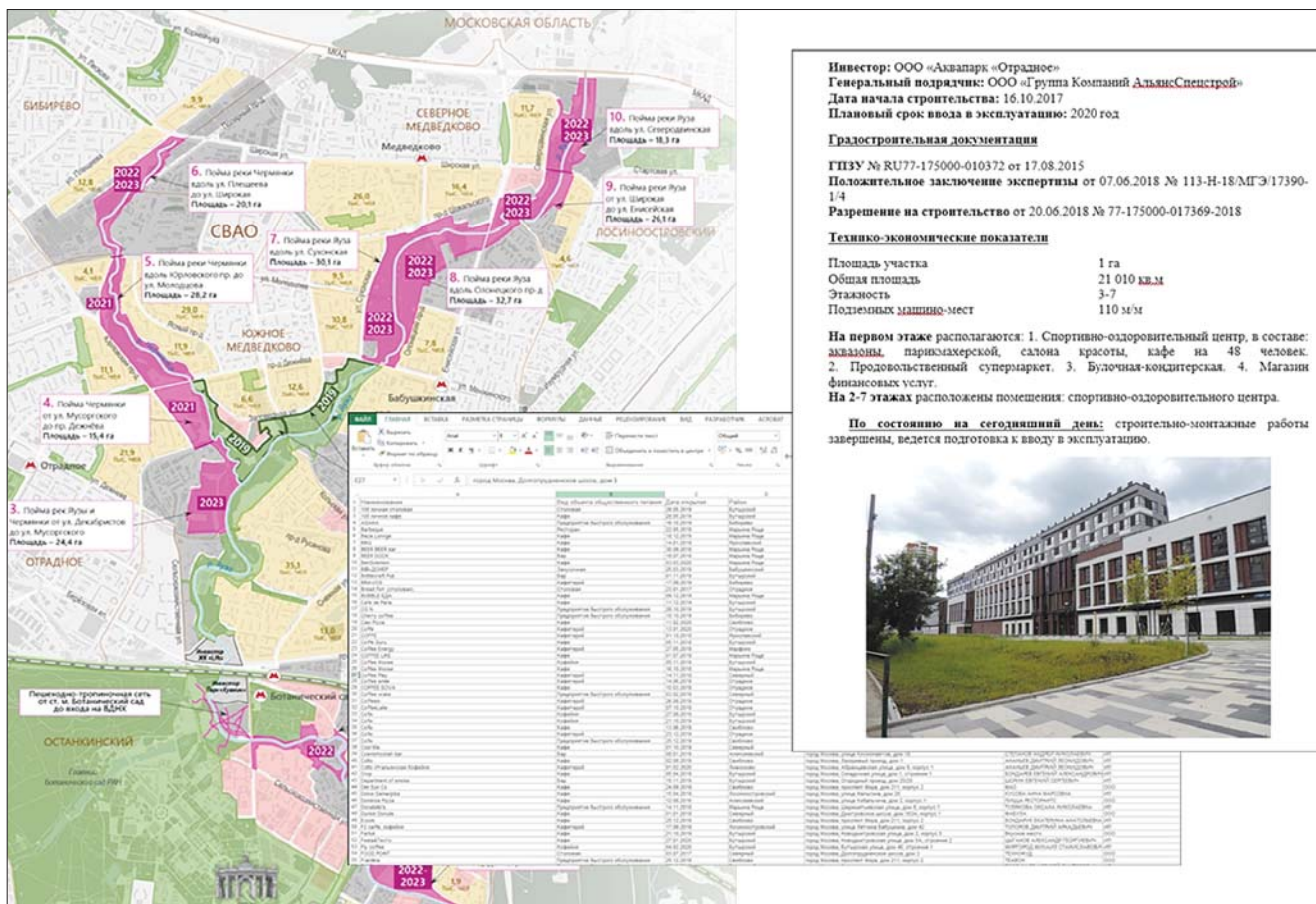


Рис. 1. Исходные материалы  
Fig. 1. Source materials

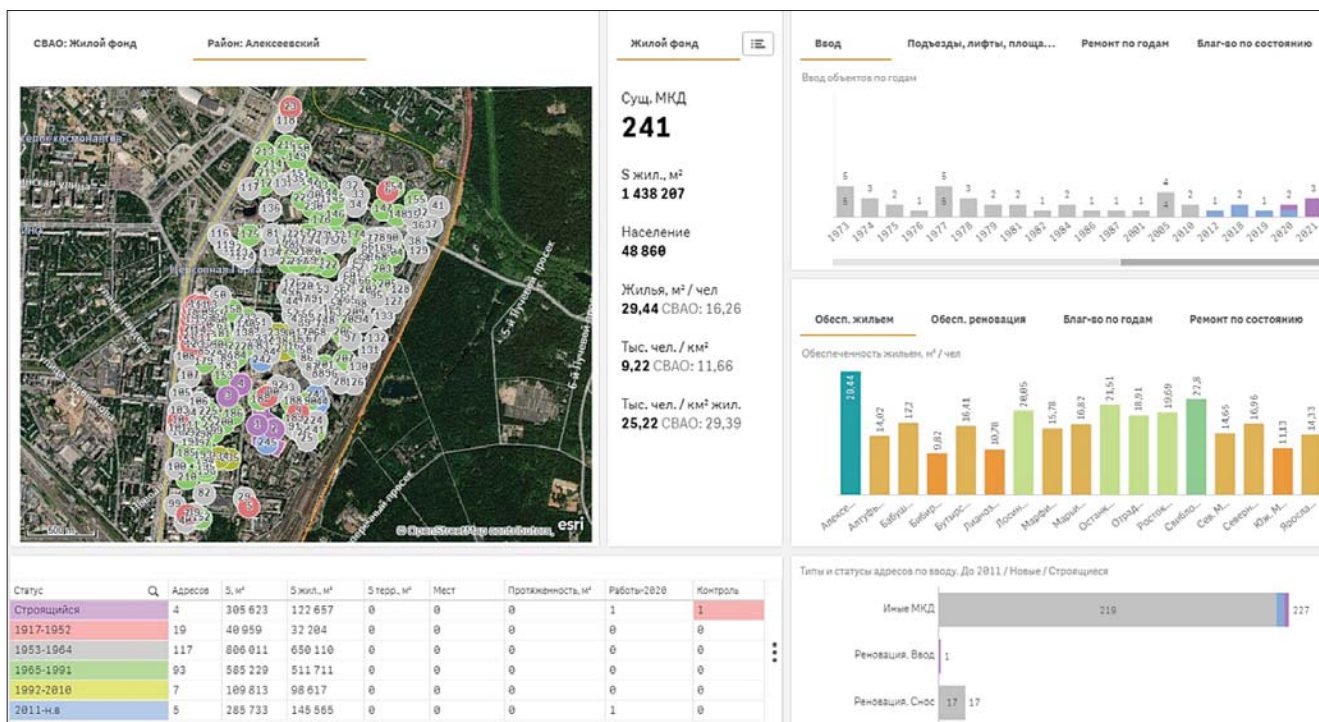


Рис. 2. Ключевые показатели развития района  
Fig. 2. Key indicators of district development

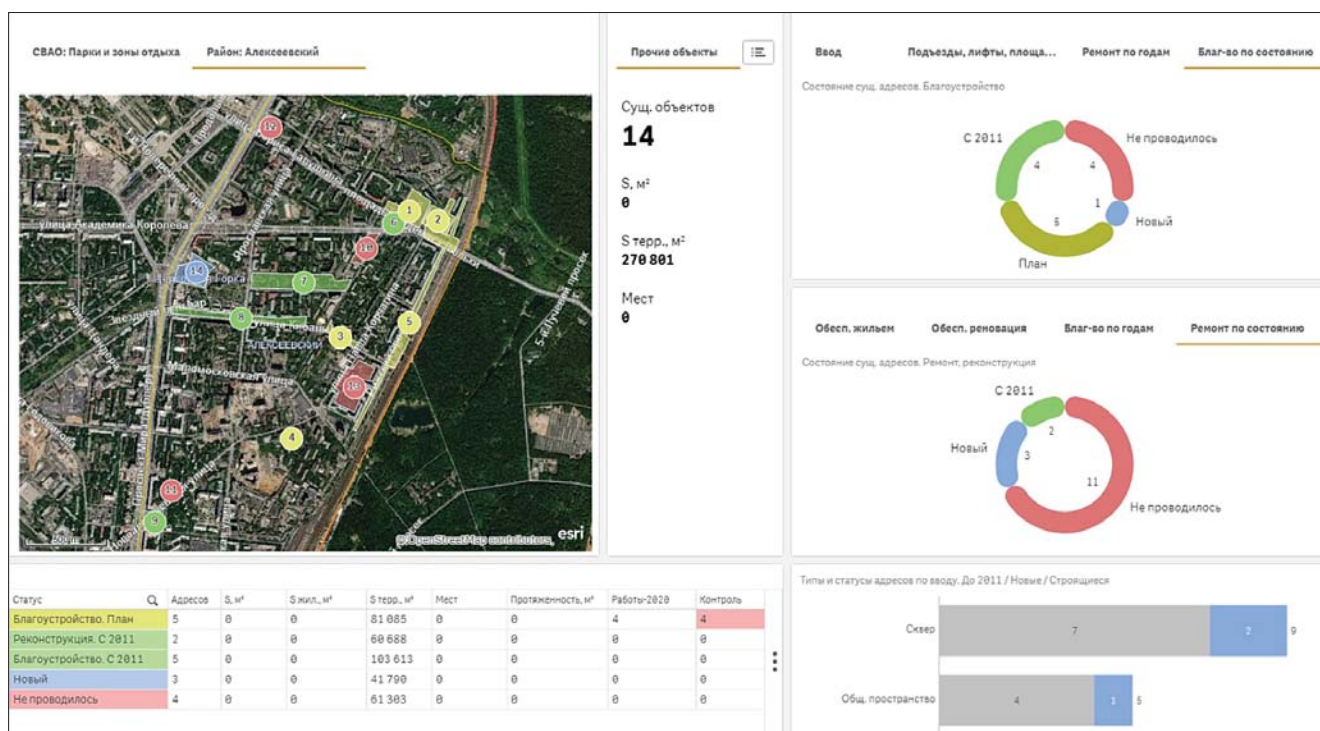


Рис. 3. Существующее положение и плановые показатели  
Fig. 3. Current situation and targets



Рис. 4. Инструменты анализа и моделирования  
Fig. 4. Analysis and modeling tools

ми префектуры, районных управ. Материалы используются для проведения штабов, рабочих групп, выездных совещаний, совещаний с участием специалистов префектуры, районных управ, других ОИВ, подрядчиков, исполнителей отдельных работ (рис. 1).

На основной странице рабочего приложения отображаются ключевые показатели развития района (рис. 2).

При анализе специалист выбирает отраслевую страницу, на которой показано существующее положение и плановые показатели. Виджеты визуализируют динамику их достижения (рис. 3).

Богатый выбор инструментов для анализа и моделирования позволяет использовать их для осуществления мониторинга хода реализации Программы комплексного развития СВАО, оперативного обнаружения и локализации проблемных зон, подготовки и принятия управленческих решений (рис. 4).

Использование VI-технологий позволяет существенно ускорить подготовку презентационных материалов, отдельные страницы приложения могут быть сконфигурированы для проведения штабов и совещаний. Конфигурирование страниц приложения осуществляется без участия программистов, специалистами аналитических подразделений.

## Список литературы

1. Киевский И.Л. Координация и управление крупномасштабными городскими проектами рассредоточенного строительства в Москве // *Промышленное и гражданское строительство*. 2019. № 8. С. 6–13.
2. Замахина Д.В., Пархоменко М.И. Инфографический анализ данных для разработки мероприятий программы реновация // *Промышленное и гражданское строительство*. 2019. № 8. С. 60–66.
3. Волохина О.А., Харланенков И.С. Информационно-аналитическое сопровождение программы «Мой район» // *Промышленное и гражданское строительство*. 2019. № 8. С. 79–84.
4. Ресин В.И., Бачурина С.С., Владимирова И.Л., Цыганкова А.А. Уметь планировать развитие // *Промышленное и гражданское строительство*. 2018. № 8. С. 17–22.
5. Киевский И.Л., Семенов С.А., Жуков Г.Н., Грушецкий Д.А. Информационно-картографический контроль с функциями бизнес-аналитики для городского управления // *Промышленное и гражданское строительство*. 2019. № 8. С. 72–78.
6. Волков А.А. Умный город: конвергентный социо-киберфизический комплекс // *Промышленное и гражданское строительство*. 2019. № 9. С. 4–11.
7. Левкин С.И., Киевский Л.В. Градостроительная политика и отраслевые государственные программы. «Развитие города»: Сборник научных трудов 2006–2014 гг. / Под ред. проф. Л.В. Киевского. М.: СВР-АРГУС, 2014. С. 103–117. <http://dev-city.ru/uploads/s/w/f/v/wfvbpgtz4tt/file/IC9GYpPT.pdf>
8. Левкин С.И., Киевский Л.В. Системотехнический подход к градостроительному развитию Москвы. «Развитие города»: Сборник научных трудов 2006–2014 гг. / Под ред. проф. Л.В. Киевского. М.: СВР-АРГУС, 2014. С. 15–22. <http://dev-city.ru/uploads/s/w/f/v/wfvbpgtz4tt/file/IC9GYpPT.pdf>
9. Аргунов С.В., Коган Ю.В. Использование геоинформационного анализа для принятия управленческих решений. «Развитие города»: Сборник научных трудов 2006–2014 гг. / Под ред. проф. Л.В. Киевского. М.: СВР-АРГУС, 2014. С. 465–472. <http://dev-city.ru/uploads/s/w/f/v/wfvbpgtz4tt/file/IC9GYpPT.pdf>
10. Киевский Л.В., Киевская Р.Л. Влияние градостроительных решений на рынки недвижимости // *Промышленное и гражданское строительство*. 2013. № 6. С. 27–31.
11. Тихомиров С.А., Киевский Л.В., Кулешова Э.И., Сергеев А.С. Моделирование градостроитель-

## References

1. Kievskiy I.L. Coordination and management of large-scale urban projects of dispersed construction in Moscow. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2019. No. 8, pp. 6–13. (In Russian).
2. Zamakhina D.V., Parkhomenko M.I. Infographic data analysis for the development of measures for the renovation program. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2019. No. 8, pp. 60–66. (In Russian).
3. Volokhina O.A., Harlanenkov I.S. Information and analytical support of the program “My District”. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2019. No. 8, pp. 79–84. (In Russian).
4. Resin V.I., Bachurina S.S., Vladimirova I.L., Tsyganokova A.A. Be able to plan development. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2018. No. 8, pp. 17–22. (In Russian).
5. Kievskiy I.L., Semenov S.A., Zhukov G.N., Grushetskiy D.A. Information and cartographic control with functions of business analytics for urban management. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2019. No. 8, pp. 72–78. (In Russian).
6. Volkov A.A. Smart city: convergent socio-cyber-physical complex. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2019. No. 9, pp. 4–11. (In Russian).
7. Levkin S.I., Kievskiy L.V. Urban planning policy and sectoral government programs. “City development”: Collection of scientific papers 2006–2014. Ed. by prof. L.V. Kievskiy. Moscow: SVR-ARGUS. 2014, pp. 103–117. <http://dev-city.ru/uploads/s/w/f/v/wfvbpgtz4tt/file/IC9GYpPT.pdf>
8. Levkin S.I., Kievskiy L.V. System-technical approach to urban development of Moscow. “City development”: Collection of scientific papers 2006–2014. Ed. by prof. L.V. Kievskiy. Moscow: SVR-ARGUS. 2014, pp. 15–22. <http://dev-city.ru/uploads/s/w/f/v/wfvbpgtz4tt/file/IC9GYpPT.pdf>
9. Argunov S.V., Kogan Yu.V. Using geoinformation analysis for making management decisions. “City development”: Collection of scientific papers 2006–2014. Ed. by prof. L.V. Kievskiy. Moscow: SVR-ARGUS. 2014, pp. 465–472. <http://dev-city.ru/uploads/s/w/f/v/wfvbpgtz4tt/file/IC9GYpPT.pdf>
10. Kievskiy L.V., Kievskaya R.L. Influence of urban planning decisions on real estate markets. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2013. No. 6, pp. 27–31. (In Russian).
11. Tikhomirov S.A., Kievskiy L.V., Kuleshova E.I., Sergeev A.S. Modeling the town-planning process. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2015. No. 9, pp. 51–55. (In Russian).

- ного процесса // *Промышленное и гражданское строительство*. 2015. № 9. С. 51–55.
12. Киевский Л.В., Киевская Р.Л. Взаимосвязь градостроительных решений и развития рынков недвижимости. «Развитие города»: Сборник научных трудов 2006–2014 гг. / Под ред. проф. Л.В. Киевского. М.: СВР-АРГУС, 2014. С. 43–52. <http://dev-city.ru/uploads/s/w/f/v/wfvvbpqzt4tt/file/IC9GYpPT.pdf>
  13. Коган Ю.В. Основные тенденции градостроительного развития Москвы // *Промышленное и гражданское строительство*. 2019. № 8. С. 24–29.
  14. Гольшева Д.В., Демин В.Д. Современная модель организации общественных пространств в системе городской среды. «Развитие города»: Сборник научных трудов 2006–2014 гг. / Под ред. проф. Л.В. Киевского. М.: СВР-АРГУС, 2014. С. 554–560. <http://dev-city.ru/uploads/s/w/f/v/wfvvbpqzt4tt/file/IC9GYpPT.pdf>
  15. Долгушин А.В. Выявление территорий массового жилищного строительства ТиНАО в целях обеспечения сбалансированного развития социальной инфраструктуры // *Жилищное строительство*. 2019. № 10. С. 38–42. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-10-38-42>
  12. Kievskiy L.V., Kievskaya R.L. The relationship between urban planning solutions and the development of real estate markets. “City development”: Collection of scientific papers 2006–2014. Ed. by prof. L.V. Kievsky. Moscow: SVR-ARGUS. 2014, pp. 43–52. <http://dev-city.ru/uploads/s/w/f/v/wfvvbpqzt4tt/file/IC9GYpPT.pdf>
  13. Kogan Yu.V. The main trends in the urban development of Moscow. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2019. No. 8, pp. 24–29. (In Russian).
  14. Golsheva D.V., Demin V.D. The modern model of the organization of public spaces in the urban environment. “City development”: Collection of scientific papers 2006–2014. Ed. by prof. L.V. Kievsky. Moscow: SVR-ARGUS. 2014, pp. 554–560. <http://dev-city.ru/uploads/s/w/f/v/wfvvbpqzt4tt/file/IC9GYpPT.pdf>
  15. Dolgushin A.V. Identification of areas of mass housing construction in TiNАО in order to ensure a balanced development of social infrastructure. *Zhishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2019. No. 10, pp. 38–42. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-10-38-42>

## СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

## В издательстве «Стройматериалы» вы можете приобрести книги:

**Монография «Защита деревянных конструкций»**

Автор – Ломакин А.Д.

Рассмотрены вопросы конструкционной и химической защиты деревянных конструкций, используемых в малоэтажном домостроении, при строительстве зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения, в том числе, с химически агрессивной средой, а также открытых сооружений (автодорожных и пешеходных мостов, опор ЛЭП и др.). Освещены вопросы защиты от эксплуатационных воздействий и возгорания несущих конструкций из клееной древесины и ЛВЛ и приведено краткое описание наиболее эффективных средств и способов их защиты. Описаны методы оценки защитных свойств покрытий для древесины, методика и результаты натурных климатических испытаний покрытий на образцах и фрагментах конструкций. Приведены методика и результаты мониторинга влажностного состояния несущих клееных деревянных конструкций в процессе эксплуатации.

**Монография «Производство деревянных клееных конструкций»**

Автор – заслуженный деятель науки России, д-р техн. наук Ковальчук Л.М.

В книге рассмотрены основные вопросы технологии изготовления ДКК, показаны области их применения, описаны материалы для их изготовления. Особое внимание уделено вопросам оценки качества, методам испытаний, приемке и сертификации клееных конструкций. В книге приведен полный перечень отечественных и зарубежных нормативных документов, регламентирующих производство и применение ДКК.



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

УДК 727.112

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-29-35>

А.В. ДОЛГУШИН, канд. экон. наук (mail@dev-city.ru)  
ООО НПЦ «Развитие города» (129090, г. Москва, пр. Мира, 19, стр. 3)

## Методика выявления территорий, в границах которых целесообразно размещение новых объектов дошкольного и общего образования

*Выделены основные факторы, определяющие необходимость размещения объектов образования на территории муниципальных образований и кварталов г. Москвы. Предложена методика отбора территорий, в границах которых размещение объектов дошкольного и общего образования является наиболее актуальным. Она использовалась для разработки обоснованных предложений по обеспечению сбалансированности развития объектов образования и жилого фонда. В целях отбора приоритетных территорий, в границах которых целесообразно размещение новых объектов дошкольного и общего образования, специалистами НПЦ «Развитие города» был определен сложившийся и прогнозируемый дефицит мощности в объектах дошкольного и общего образования. Расчет осуществлялся в разрезе отдельных зданий, в которых оказываются услуги в области дошкольного и общего образования, кварталов и микрорайонов жилой застройки, а также муниципальных образований. Установлено, что размещение новых объектов дошкольного образования целесообразно в границах кварталов, где прогнозируемый дефицит мощности превышает 120 мест, а размещение новых объектов общего образования целесообразно в границах кварталов, где прогнозируемый дефицит мощности превышает 550 мест.*

**Ключевые слова:** объекты образования, дефицит мощности в объектах дошкольного и общего образования, пешеходная доступность объектов образования, сбалансированное градостроительное развитие.

**Для цитирования:** Долгушин А.В. Методика выявления территорий, в границах которых целесообразно размещение новых объектов дошкольного и общего образования // *Жилищное строительство*. 2020. № 12. С. 29–35. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-29-35>

A.V. DOLGUSHIN, Candidate of Sciences (Economy) (mail@dev-city.ru)  
ООО NPTS «City Development» (structure 3, 19, Mira Avenue, 129090, Moscow, Russian Federation)

### Methodology for Identifying Territories Within the Boundaries of Which it is Advisable to Place New Objects of Preschool and General Education

The main factors determining the need to place educational facilities on the territory of municipalities and districts of Moscow are highlighted. The method of selecting territories within the boundaries of which the location of objects of preschool and general education is the most relevant is proposed. It was used to develop sound proposals for ensuring the balancing development of educational and housing stock facilities. In order to select priority territories within the boundaries of which it is advisable to place new objects of preschool and general education, specialists of the NPTS «City Development» determined the current and projected capacity deficit in objects of preschool and general education. The calculation was carried out in the context of individual buildings that provide services in the field of preschool and general education, residential blocks and micro-districts, as well as municipal formations. It was established that it is advisable to locate new pre-school education facilities within the boundaries of blocks where the projected capacity deficit exceeds 120 places, and to place new general education facilities within the boundaries of blocks where the projected capacity deficit exceeds 550 places.

**Keywords:** educational facilities, lack of capacity in pre-school and general education facilities, pedestrian accessibility of educational facilities, balanced urban development.

**For citation:** Dolgushin A.V. Methodology for identifying territories within the boundaries of which it is advisable to place new objects of preschool and general education. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 12, pp. 29–35. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-29-35>

Создание благоприятной и комфортной среды проживания является одной из основных задач градостроительного развития г. Москвы [1, 2].

Одним из ключевых элементов, определяющих устойчивое градостроительное развитие территории г. Москвы, является формирование доступной обра-

зовательной среды для детей дошкольного и школьного возраста.

Актуальность решения данной задачи обусловлена ростом численности населения и изменением его возрастной структуры. В 2015–2020 гг. численность населения г. Москвы увеличилась с 12,1 до 12,6 млн чел.,

количество детей дошкольного возраста от 0 до 6 лет возросло с 703,2 до 824,5 тыс. чел. (на 17,3%), а количество детей школьного возраста от 7 до 18 лет – с 1153,4 до 1310,3 тыс. чел. (на 13,6%)<sup>1</sup>.

В большинстве случаев рост численности населения обусловлен строительством нового жилья и реализацией Программы реновации жилищного фонда в г. Москве [3–8].

В соответствии с Государственной программой г. Москвы «Жилище» прогнозируемые объемы ввода жилья в городе Москве (за счет всех источников) составляют: 3,6 млн м<sup>2</sup> в 2020 г. и 3,8 млн м<sup>2</sup> в 2021 г.

Столь значительные объемы нового жилищного строительства, обуславливающие рост численности основных потребителей услуг в области дошкольного и общего образования, требуют адекватного развития сети объектов дошкольного и общего образования [9, 10].

Развитие сети объектов образования на территории г. Москвы осуществляется в соответствии с Государственной программой г. Москвы «Развитие образования города Москвы («Столичное образование»», которая предусматривает:

1. Полное обеспечение детей 3–7 лет, чьи родители изъявили желание на получение для них дошкольного образования, местами в объектах дошкольного образования, подведомственных Департаменту образования г. Москвы.

2. Дальнейшее развитие сети объектов образования; к 2021 г. количество мест в построенных и реконструированных объектах системы образования Москвы должно составить 146,01 тыс. (нарастающим итогом за 2017–2021 гг.).

3. Создание 52,5 тыс. мест для реализации общеобразовательных программ общего образования в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 23 октября 2015 г. № 2145-р «О программе «Содействие созданию в субъектах Российской Федерации (исходя из прогнозируемой потребности) новых мест в общеобразовательных организациях» на 2016–2025 годы».

В Государственной программе г. Москвы «Столичное образование» отмечается, что градостроительные перспективы г. Москвы ставят задачу формирования оптимальной образовательной сети и инфраструктуры в районах застройки, обеспечивающей комплексную доступность общего образования детей [11].

Одной из важнейших задач является координация мероприятий, предусмотренных в государственных программах г. Москвы и направленных на градостроительное развитие территории.

В г. Москве данная задача решена путем включения в состав Государственной программы города Москвы «Градостроительная политика» мероприятия «Анализ мероприятий государственных программ города Москвы в части капитального строительства объектов за счет бюджетных и внебюджетных средств и осуществление взаимосвязи указанных мероприятий. Формирование адресных перечней объектов капитального строительства с учетом необходимой инженерной и иной инфраструктуры». Реализация данного мероприятия предусматривает выполнения работ по:

– взаимоувязке и координации мероприятий, оказывающих влияние на градостроительное развитие города, предусмотренных в национальных и федеральных проектах, государственных программах г. Москвы, городских программах и крупных градостроительных проектах, направленных на комплексное развитие территорий и обеспечение комфортной городской среды;

– оценке существующей и перспективной обеспеченности территории г. Москвы объектами социальной и иной инфраструктуры для преодоления существующих и предотвращения возможных диспропорций.

Начиная с 2012 г. специалистами НПЦ «Развитие города» осуществляются системные работы в области аналитического обеспечения координации государственных программ г. Москвы для реализации единой градостроительной политики.

В рамках выполнения данных работ в НПЦ «Развитие города» была разработана и совершенствуется методика выявления территорий, в границах которых целесообразно размещение новых объектов дошкольного и общего образования.

Основной целью разработки методики являлось определение приоритетов развития сети объектов образования на среднесрочную перспективу в разрезе муниципальных образований и кварталов г. Москвы.

Методика использовалась для разработки обоснованных предложений по обеспечению сбалансированности развития объектов образования и жилого фонда.

Приоритетность размещения новых объектов образования в границах муниципальных образований и кварталов г. Москвы обусловлена:

1. Несбалансированным развитием территорий, вызванным наличием дисбаланса в развитии жилищного фонда и объектов дошкольного образования. Несбалансированное развитие территорий характеризуется наличием сложившегося и прогно-

<sup>1</sup> По данным управления Федеральной службы государственной статистики по г. Москве и Московской области.



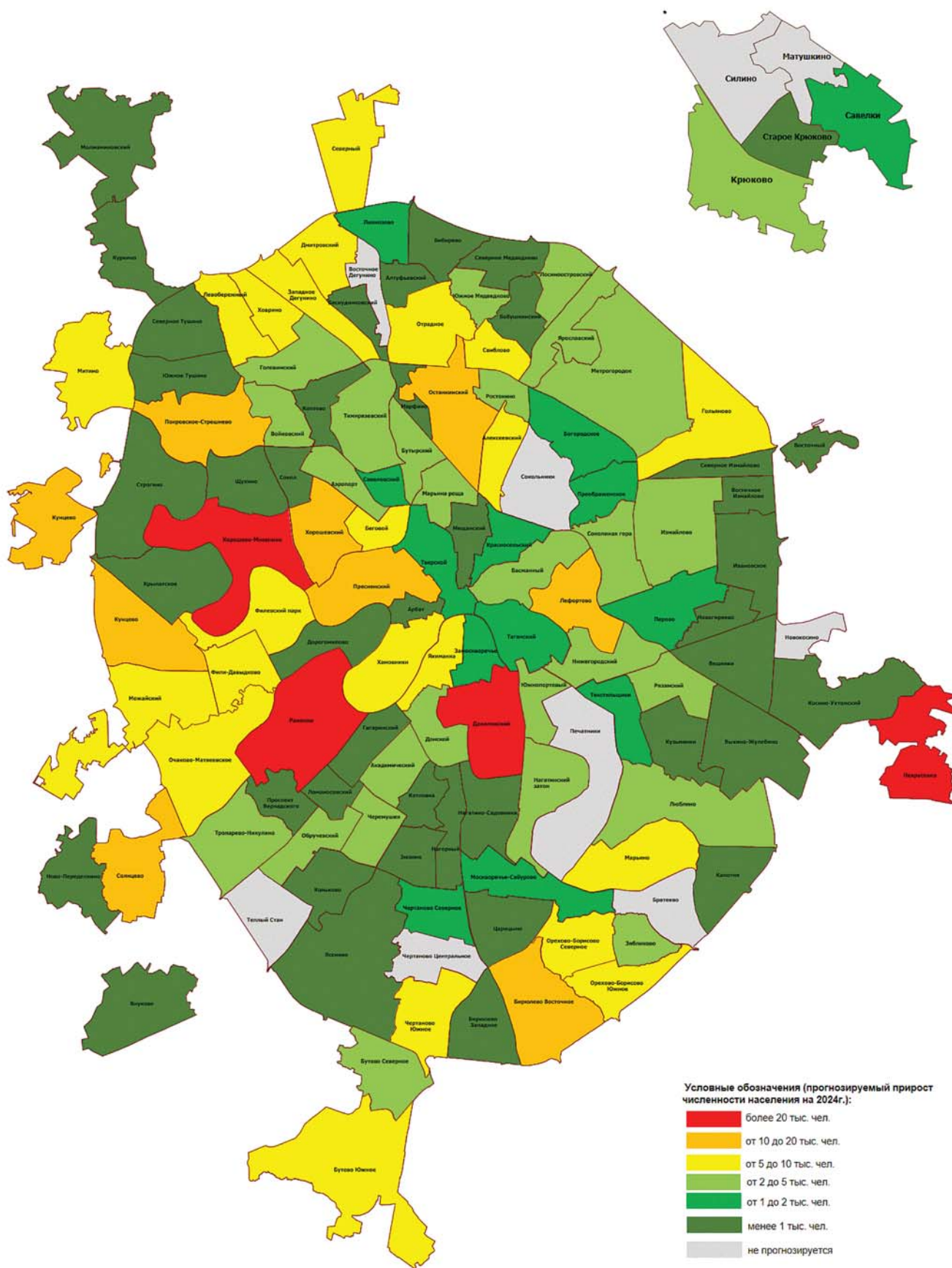
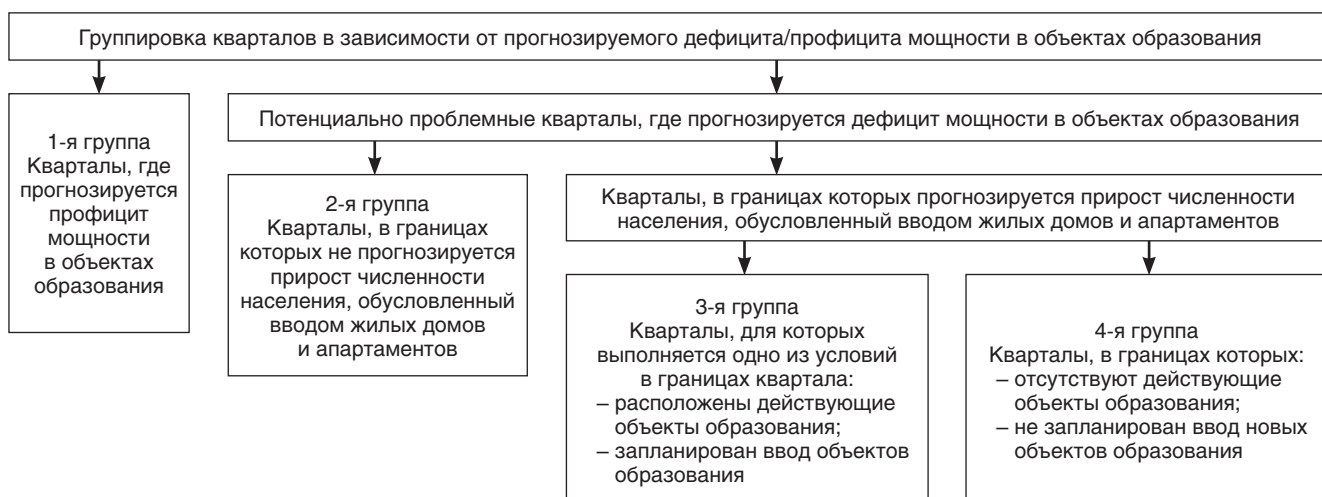


Рис. 1. Распределение муниципальных образований «Старой Москвы» на группы в зависимости от прогнозируемого прироста численности населения

Fig. 1. Distribution of municipalities of «Old Moscow» into groups depending on the projected population growth



**Рис. 2.** Группировка кварталов в зависимости от прогнозируемого дефицита/профицита мощности в объектах образования  
**Fig. 2.** Grouping of quarters, depending on the projected deficit (surplus) of capacity in educational facilities

зируемого дефицита мощности в объектах образования.

2. Неудовлетворительными показателями пешеходной и пешеходно-транспортной (для ТиНАО) доступности объектов дошкольного и общего образования для жителей кварталов.

В целях отбора приоритетных территорий, в границах которых целесообразно размещение новых объектов дошкольного и общего образования, специалистами НПЦ «Развитие города» был определен сложившийся и прогнозируемый дефицит мощности в объектах дошкольного и общего образования.

Расчет осуществлялся в разрезе отдельных зданий, в которых оказываются услуги в области дошкольного и общего образования, кварталов и микрорайонов жилой застройки, а также муниципальных образований.

Сложившийся дефицит/профицит мощности в объектах образования определялся по данным о проектной мощности и фактической наполняемости объектов дошкольного и общего образования.

Для решения поставленной задачи использовались данные, полученные из Департамента образования и науки г. Москвы.

Расчет прогнозируемого дефицита/профицита мощности в объектах дошкольного и общего образования учитывал влияние множества факторов:

1. Прогнозируемый прирост численности населения, обусловленный вводом и заселением жилых домов и апартаментов. Прогнозируемый прирост численности населения рассчитывается в разрезе муниципальных образований и кварталов жилой застройки.

Методика расчета прогнозируемого прироста численности населения подготовлена специалистами

НПЦ «Развитие города»; установлено, что заселение жилых домов осуществляется в течение четырех лет после их ввода [12].

Расчеты прогнозируемого прироста численности населения позволяют выделить территории, в границах которых возможен значительный прирост потребности населения в объектах дошкольного и общего образования. На рис. 1 представлена карта-схема, отражающая распределение муниципальных образований «Старой Москвы» на группы в зависимости от потенциального прироста численности населения.

В зависимости от прогнозируемого прироста численности населения для каждого квартала и муниципального образования определялся нормативный прирост потребности в объектах дошкольного и общего образования:

- 54 места в ДОО на 1 тыс. новых жителей;
- 124 места в СОШ на 1 тыс. новых жителей.

2. Развитие сети объектов образования: строительство новых объектов образования, снос действующих объектов образования, ввод в эксплуатацию объектов образования, закрытых для проведения капитального ремонта.

При расчете прогнозируемой емкости сети объектов образования учитывались объекты образования, строительство которых осуществляется как за счет городского бюджета, так и за счет внебюджетных источников (при наличии сведений о передаче внебюджетных объектов в ведение Департамента образования и науки г. Москвы).

В зависимости от прогнозируемого дефицита/профицита мощности все кварталы жилой застройки были разделены на четыре группы (рис. 2).

В первую группу включены кварталы, в границах которых прогнозируется профицит мощности в объ-

ектах образования. В границах данных кварталов строительство новых объектов образования нецелесообразно.

Во вторую группу включены кварталы, отвечающие следующим критериям, в границах квартала:

- не прогнозируется прирост потребности в объектах образования, обусловленный вводом жилищного фонда и апартаментов;
- прогнозируется дефицит мощности в объектах образования.

В данных кварталах целесообразность строительства новых объектов образования обуславливается сложившимся дефицитом мощности, который не будет компенсирован за счет ввода объектов образования.

В третью группу включены строительные кварталы, отвечающие следующим критериям, в границах квартала:

- расположены действующие объекты образования, или в его границах запланирован ввод новых объектов образования;
- прогнозируется прирост потребности в объектах образования, обусловленный вводом жилищного фонда и апартаментов;
- прогнозируется дефицит мощности в объектах образования.

Данные кварталы являются проблемными, так как застройка данных кварталов не сбалансирована, в результате чего в границах квартала прогнозируется дефицит мощности в объектах образования.

В четвертую группу включены кварталы, отвечающие следующим критериям, в границах квартала:

- отсутствуют действующие объекты образования;
- не запланирован ввод объектов дошкольного и общего образования;
- прогнозируется прирост потребности в объектах дошкольного и общего образования, обусловленный вводом жилищного фонда и апартаментов;
- прогнозируется дефицит мощности в объектах образования.

Данные кварталы являются наиболее проблемными, так как новое жилищное строительство запланировано на территории, где отсутствуют действующие объекты образования, а строительство новых объектов образования не предусматривается.

Размещение новых объектов дошкольного образования целесообразно в границах кварталов, где прогнозируемый дефицит мощности превышает 120 мест (минимальная мощность отдельно стоящего ДОО).

Размещение новых объектов общего образования целесообразно в границах кварталов, где прогнозируемый дефицит мощности превышает 550 мест (минимальная мощность отдельно стоящей школы).

Необходимость размещения новых объектов образования может быть обусловлена необходимостью улучшения показателей пешеходной доступности объектов образования.

Цель оценки пешеходной доступности объектов образования районного значения – выявление кварталов, удаленных от действующих и запланированных к строительству объектов дошкольного и общего образования на расстояние, превышающее нормативные показатели.

Подходы к оценке территорий «Старой Москвы» и ТиНАО незначительно отличаются:

1. Нормативные показатели пешеходной доступности объектов образования для территории «Старой Москвы» и урбанизированных территорий ТиНАО (застраиваемых преимущественно многоквартирными жилыми домами) определены в соответствии с МГСН 1.01–99:

- для объектов дошкольного образования – 300 м;
- для объектов общего образования – 500 м.

2. Нормативные показатели пешеходно-транспортной доступности объектов образования для слабоурбанизированных территорий определены из расчета:

- 15 минут пешеходно-транспортной – для объектов дошкольного и общего образования в ТАО;
- 20 минут пешеходно-транспортной – для объектов дошкольного и общего образования в ТАО<sup>2</sup>.

Анализ пешеходной доступности проводился только для кварталов, в границах которых расположена жилая застройка или запланирован ввод жилых домов и апартаментов.

Выявление потенциально проблемных территорий с неблагоприятными показателями пешеходно-транспортной доступности функционирующих и запланированных к строительству объектов образования районного значения проводится в следующей последовательности:

1. Формирование сводного массива кварталов, в части которых проводится оценка пешеходной (пешеходно-транспортной) доступности объектов дошкольного и общего образования.

2. Выявление потенциально проблемных территорий с неблагоприятными показателями пешеходной доступности объектов дошкольного и общего образования.

2.1. Формирование зон нормативной доступности действующих и запланированных к вводу объектов дошкольного и общего образования.

<sup>2</sup> Нормативы определены в соответствии с проектом Нормативов градостроительного проектирования г. Москвы.

Зона нормативной пешеходной доступности ДОО включает территорию г. Москвы, которая расположена в радиусе 300 м от действующих и запланированных к строительству ДОО.

Зона нормативной пешеходной доступности СОШ включает территорию г. Москвы, которая расположена в радиусе 300 м от действующих и запланированных к строительству СОШ.

2.2. Определение времени в пути с использованием общественного транспорта от центра кварталов ТиНАО, в которых преобладает ввод индивидуальных жилых домов, до:

– действующих объектов образования, подведомственных ДОГМ;

– запланированных к вводу объектов образования.

Расчеты осуществляются путем построения геоинформационного запроса с использованием сервиса Google Maps.

2.3. Выявление кварталов, для которых не выполняются нормативные показатели пешеходной и пешеходно-транспортной доступности объектов образования.

К проблемным территориям в границах «Старой Москвы» и урбанизированных территорий ТиНАО относятся кварталы, отвечающие следующим критериям:

– в границах квартала отсутствуют действующие и запланированные к вводу объекты образования;

– менее 50% территории квартала расположены вне зоны нормативной доступности от действующих и запланированных к вводу объектов образования.

Среди слабоурбанизированных территорий ТиНАО к проблемным территориям относятся кварталы, время в пути от центра которых до действующих и запланированных к вводу объектов образования составляет более 15 мин.

Среди кварталов, для которых выявлены проблемы с пешеходной и пешеходно-транспортной ДОО, можно выделить наиболее проблемные, в границах которых прогнозируемая численность населения превышает 2 тыс. чел., так как в данных кварталах необходимо размещение как минимум 100 мест в ДОО.

Среди кварталов, для которых выявлены проблемы с пешеходной и пешеходно-транспортной доступностью СОШ, можно выделить наиболее проблемные, в границах которых прогнозируемая численность населения превышает 4 тыс. чел., так как в данных кварталах необходимо размещение как минимум 500 мест в СОШ.

Методика отбора территорий, в границах которых необходимо размещение новых объектов дошкольного и общего образования, была апробирована в 2019 г. при выполнении работ по программе «Аналитическое обеспечение координации государственных программ г. Москвы для реализации единой градостроительной политики в 2019 г.».

Полученные результаты позволили выделить территории, в границах которых целесообразно размещение новых объектов образования:

– в 42 кварталах выявлен значительный дефицит (более 120 мест) мощности в объектах дошкольного образования. В 29 из них выявлены проблемы с пешеходно-транспортной доступностью ДОО;

– в 48 кварталах выявлен значительный дефицит (более 550 мест) мощности в объектах общего образования. В 27 из них выявлены проблемы с пешеходно-транспортной доступностью СОШ.

Результаты работ были переданы в отраслевые департаменты г. Москвы и использовались в целях обеспечения сбалансированного развития городской территории.

### Список литературы

1. Толстых Е.С. Комплексный показатель комфортности среды проживания // *Экономика и предпринимательство*. 2018. № 7 (96). С. 515–518.
2. Лёвкин С.И., Киевский Л.В. Градостроительные аспекты отраслевых государственных программ // *Промышленное и гражданское строительство*. 2012. № 6. С. 26–32.
3. Большеротова Л.В., Большеротов А.Л. Реновация в Москве: проблемы и решения // *Жилищное строительство*. 2018. № 3. С. 9–14. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2018-4-9-14>
4. Николаев С.В. Обновление жилищного фонда страны на базе крупнопанельного домостроения // *Жилищное строительство*. 2018. № 3. С. 3–7. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2018-3-3-7>

### References

1. Tolstykh E.S. Complex indicator of the comfort of the living environment. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. 2018. No. 7 (96), pp. 515–518. (In Russian).
2. Lyovkin S.I., Kievsky L.V. Urban planning aspects of sectoral state programs. *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo*. 2012. No. 6, pp. 26–32. (In Russian).
3. Bolsherotova L.V., Bolsherotov A.L. Renovation in Moscow: problems and solutions. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 3, pp. 9–14. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2018-4-9-14>
4. Nikolaev S.V. Renovation of housing stock of the country on the basis of large-panel housing construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction].

5. Гончаров Ю.А., Дубровина Г.Г. Достижение эргономичности в архитектуре за счет применения декора фасадного на основе минеральной ваты // *Строительные материалы*. 2019. № 3. С. 14–18. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-768-3-14-18>
6. Могзоев А.М., Кузьмичева К.И. Реновация жилищного фонда города Москвы // *Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление*. 2017. № 4 (23). С. 70–74.
7. Топоркова М.К., Смородинова Л.Ю. Реализация программы реновации жилищного фонда в городе Москве // *Российское государствоведение*. 2018. № 1. С. 69–82.
8. Акопян Г.Л., Касьянов В.Ф., Колобова С.В. Реновация жилой застройки в городе Москве. *Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: Сборник материалов VI Международной научной конференции*. 2018. С. 86–92.
9. Кирсанов А.Р. Строительство детских садов и школ: законодательство и практика // *Имущественные отношения в Российской Федерации*. 2015. № 6 (165). С. 20–24.
10. Кузнецов А.Н., Скобельцина К.Н. К вопросу об обеспечении регионов Российской Федерации образовательной инфраструктурой: анализ статистической информации // *Муниципальное образование: инновации и эксперимент*. 2019. № 3 (66). С. 48–55.
11. Государственная программа г. Москвы «Развитие образования города Москвы («Столичное образование»)» // *Образовательная политика*. 2011. № 3 (53). С. 4–10.
12. Аргунов С.В., Коган Ю.В. Оценка потребности в объектах социальной инфраструктуры при разработке и анализе проектов планировки территорий, предусматривающих реновацию жилой застройки. В кн.: *Реновация. Крупномасштабный городской проект рассредоточенного строительства*. М.: Русская школа, 2018. С. 196. <https://dev-city.ru/uploads/s/w/f/v/wfvvbpgtz4tt/file/ho16Rvhi.pdf>
5. Goncharov Y.A., Dubrovina G.G. Achievement of ergonomics in architecture due to the use of façade décor on the basis of mineral wool. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2019. No. 3, pp. 14–18. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-768-3-14-18> (In Russian).
6. Mogzoev A.M., Kuzmicheva K.I. Renovation of the housing stock of the city of Moscow. *Vestnik Moskovskogo universiteta im. S.Yu. Vitte. Seriya 1: Ekonomika i upravleniye*. 2017. No. 4 (23), pp. 70–74. (In Russian).
7. Toporkova M.K., Smorodinova L.Yu. Implementation of the program for the renovation of the housing stock in the city of Moscow. *Rossiyskoye gosudarstvovedeniye*. 2018. No. 1, pp. 69–82. (In Russian).
8. Hakobyan G.L., Kas'yanov V.F., Kolobova S.V. Renovation of residential buildings in the city of Moscow. *In the collection: Integration, partnership and innovation in building science and education. Collection of materials of the VI International Scientific Conference*. 2018, pp. 86–92. (In Russian).
9. Kirsanov A.R. Construction of kindergartens and schools: legislation and practice. *Imushchestvennyye otnosheniya v Rossiyskoy Federatsii*. 2015. No. 6 (165), pp. 20–24. (In Russian).
10. Kuznetsov A.N., Skobeltsina K.N. On the issue of providing the regions of the Russian Federation with educational infrastructure: analysis of statistical information. *Munitsipal'noye obrazovaniye: innovatsii i eksperiment*. 2019. No. 3 (66), pp. 48–55. (In Russian).
11. State program of the city of Moscow “Development of education in the city of Moscow (“Capital education”)”. *Obrazovatel'naya politika*. 2011. No. 3 (53), pp. 4–10. (In Russian).
12. Argunov S.V., Kogan Yu.V. Assessment of the need for social infrastructure facilities in the development and analysis of territorial planning projects that provide for the renovation of residential buildings. V kn.: *Renovatsiya. Krupnomasshtabnyi gorodskoi proekt rassredotochennogo stroitel'stva*. [In the book: Renovation. Large scale urban dispersed building project]. Moscow: Russkaya shkola. 2018, p. 196 <https://dev-city.ru/uploads/s/w/f/v/wfvvbpgtz4tt/file/ho16Rvhi.pdf>

**Журнал «Жилищное строительство» индексируют:**



УДК 728

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-36-39>

А.А. ДАВИДЮК, канд. техн. наук, генеральный директор (artemd@ktbbeton.com),  
Е.А. АРТЕМЬЕВ, руководитель центра № 2 технической экспертизы  
и проектирования (e.artemiev@ktbbeton.com),

С.А. СТРЕЛЬЦОВ, заместитель руководителя центра № 2 технической экспертизы  
и проектирования (strelcov@ktbbeton.com),

Р.С. ВОСКАНИЯН, заведующий отделом инженерных систем центра № 2 (r.voskanyan@ktbbeton.com)  
АО «КТБ ЖБ» (109428, г. Москва, ул. 2-я Институтская, 6, стр. 15 А)

## Современные методы оценки технического состояния инженерных систем зданий

*По результатам многолетней работы в обследовании инженерных систем зданий и сооружений в представленной работе отражены аспекты устаревания или несовершенства регламентирующего документа РФ ГОСТ 31937–2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» в части раздела № 5.4. Рассмотрены виды работ, которые не учтены в ГОСТе, но необходимы при проведении обследования для объективной оценки технического состояния инженерных систем и возможности дальнейшей безаварийной эксплуатации. Авторами предложены современные методы обследования, которые позволяют за счет применяемых инструментальных приборов более точно определить эксплуатационные возможности систем, выявить скрытые недостатки и в дальнейшем разработать оптимальные мероприятия с максимальным улучшением показателей по финансовым расходам на капитальный ремонт систем в целом или отдельных элементов.*

**Ключевые слова:** обследование, инженерные системы, оценка технического состояния.

**Для цитирования:** Давидюк А.А., Артемьев Е.А., Стрельцов С.А., Восканян Р.С. Современные методы оценки технического состояния инженерных систем зданий // *Жилищное строительство*. 2020. № 12. С. 36–39.

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-36-39>

A.A. DAVIDYUK, Candidate of Science (Engineering), General Director (artemd@ktbbeton.com),  
E.A. ARTEMIEV, Head of Center No. 2 for Technical Expertise and Design (e.artemiev@ktbbeton.com),  
S.A. STRELTSOV, Deputy Head of Center No. 2 for Technical Expertise and Design (strelcov@ktbbeton.com),  
R.S. VOSKANYAN, Head of the Engineering Systems Department of Center No. 2 (r.voskanyan@ktbbeton.com)  
Design-Technological Bureau of Concrete and Reinforced Concrete (JSC «КТБ ЖБ»  
(6, str. 15A, 2nd Institut'skaya Street, Moscow, 109428, Russian Federation)

### Modern Methods for Assessing the Technical Condition of Building Engineering Systems

On the basis of the results of many years work in the inspection of engineering systems of buildings and structures, the presented work reflects aspects of obsolescence or imperfection of the regulatory document of the Russian Federation GOST 31937–2011 «Buildings and structures. Rules for inspection and monitoring of technical condition» in part of section 5.4. The types of work that are not taken into account in the GOST, but are necessary when inspecting for an objective assessment of the technical condition of engineering systems and the possibility of further trouble-free operation are considered. The authors propose modern inspection methods that make it possible, due to the instrumental tools used, to more accurately determine the operational capabilities of systems, identify hidden shortcomings and further develop optimal measures with the maximum improvement of indicators for financial expenses for major repairs of systems as a whole or individual elements.

**Keywords:** inspection, engineering systems, technical condition assessment.

**For citation:** Davidyuk A.A., Artemiev E.A., Streltsov S.A., Voskanyan R.S. Modern methods for assessing the technical condition of building engineering systems. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 12, pp. 36–39. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-36-39>

В настоящее время на территории Российской Федерации существует единственный стандарт оценки технического состояния инженерных систем зданий и сооружений – ГОСТ 31937–2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» [1–4].

Данный стандарт не является совершенным и требует некоторых доработок и уточнений. К примеру, описанные технические состояния в разделе 3, п.п. 3.11, 3.12, 3.13 «Термины и определения» в большей мере применимы только к строительным конструкциям; об этом говорится в тексте одного из

определений: *ограниченно-работоспособное техническое состояние: категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, включая состояние грунтов основания, при которой имеются крены, дефекты и повреждения, приведшие к снижению несущей способности, но отсутствует опасность внезапного разрушения, потери устойчивости или опрокидывания, и функционирование конструкций и эксплуатация здания или сооружения возможны либо при контроле (мониторинге) технического состояния, либо при проведении необходимых мероприятий по восстановлению или усилению конструкций и (или) грунтов основания и последующем мониторинге технического состояния (при необходимости)*. Из определения понятно, что в инженерных системах ни о каких несущих способностях не может идти речи. Поэтому определения оценки технического состояния инженерных систем в самом ГОСТе по обследованию никак не прописаны.

В части обследования инженерных систем в ГОСТ 31937–2011 отведен целый раздел 5.4, в котором прописана краткая методика обследования инженерного оборудования и элементов систем, методика определения физического и морального износа, ссылки на действующие ВСН 53-86р «Правила оценки физического износа жилых зданий», ВСН 58-88р «Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий» и другую нормативную документацию. У многих профильных специалистов по инженерным системам различных компаний вызывает недоумение факт, что оценка физического состояния инженерных систем зданий определяется по ВСН 53-86р, который в принципе применим для жилых зданий, а не для промышленных или административных строений. Но регламентируется такое применение непосредственно в самом ГОСТ 31937–2011 в разделе 5.4.

Кроме того, согласно ГОСТ 31937–2011, определить физический износ систем вентиляции, дымоудаления, кондиционирования совершенно невозможно, поскольку в ссылаемом ВСН 53-86р в разделе № 3 нет самой оценки физического износа систем вентиляции, дымоудаления и кондиционирования.

При выполнении работ по обследованию замечено множество недостатков ГОСТ 31937–2011: устаревание нормативно-технической документации, неактуальность применяемых в ГОСТе ссылок на документы, которые уже были неоднократно заменены, к примеру СНиП 2.04.05–91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», отсутствие четкого разъяснения специалистам, для чего проводится оценка технического состояния, какие методики к обследованию применимы.

Прописанная в ГОСТе методика отбора образцов участков труб стояков, подводок систем отопления и водоснабжения для определения глубины коррозионного поражения и сужения проходного «живого» сечения труб в существующих реалиях неприменима по причине того, что ни одна из компаний не согласует на рабочих стояках осуществление отбора участка труб. Такие мероприятия с отключением стояков и подводок отопления или водоснабжения имеют так же другие негативные затратные последствия, а именно: выполнение последующего ремонта участка отобранной трубы, составление акта скрытых работ, выполнение опрессовки систем отопления или водоснабжения, сдача и приемка систем в эксплуатацию. Поэтому на практике такая методика с определением глубины коррозионного поражения и сужения проходного «живого» сечения труб неприменима и при прохождении государственной экспертизы не востребована.

Таким образом, прописанная комплексная методика обследования инженерных систем в ГОСТ 31937–2011 является основополагающей для выполнения и соблюдения видов работ, но требует уже сегодня серьезных доработок и уточнений.

За несколько лет практики нашей компанией была принята оптимальная современная методика оценки технического состояния инженерных систем зданий и сооружений, адаптированная под существующие реалии [5–7]. В работе специалисты оперируют только действующими нормативными документами РФ. Методика обследования состоит из визуального и инструментального обследования, в свою очередь, включает не только пункты, прописанные в ГОСТ 31937–2011, но и виды работ, которые могут понадобиться для объективной оценки инженерной системы.

В первую очередь обследование и оценка технического состояния инженерных коммуникаций преследуют несколько целей: во-первых, в составе проектно-сметной документации, к примеру для прохождения экспертизы, необходима оценка технического состояния с обоснованием необходимости частичной или полной замены той или иной инженерной системы, с отражением фактической действительности каждой системы; во-вторых, работы выполняются для предоставления проектировщикам действительной актуальной информации по инженерному обеспечению объекта, передачи графических работ и технического заключения.

В части визуального обследования инженерных систем работы выполняются полностью в соответствии с требованиями ГОСТ 31937–2011: проводится визуальный осмотр оборудования и элементов систем, фотофиксация выявленных дефектов и по-

вреждений, а также фиксируются все несоответствия с требованиями СП 30.13330.2016 «Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная версия»; СП 10.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности»; СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02–84»; СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03–85»; СП 36.13330.2012 «Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06–85»; СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41-01–2003»; СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03–2003»; СП 73.13330.2016 «Внутренние санитарно-технические системы зданий»; СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности»; СП 255.1325800.2016 «Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения»; СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа»; «Правила устройства электроустановок», изд. 6, 7, проводится сверка на соответствие существующих инженерных систем зданий и сооружений с принятыми проектными техническими решениями, определяются геометрические параметры элементов систем, оценивается дальнейшая эксплуатационная возможность систем.

После выполнения визуального обследования инженерных систем, в зависимости от полноты собранных исходных данных, может проводиться инструментальное (детальное) обследование инженерных систем с применением специального оборудования и приборов:

- для выполнения обмерных работ применяются лазерный дальномер, а также рулетка;
- для оценки качества сварных соединений стальных труб отопления и водоснабжения применяется ультразвуковой дефектоскоп;
- для определения проходного сечения стальных труб отопления и водоснабжения применимы ультразвуковой толщиномер;
- для обследования в труднодоступных местах систем вентиляции и трубопроводов канализации применяется эндоскоп для определения наличия посторонних предметов и засоров;
- для определения работоспособности и производительности вентиляционных систем используется анемометр;

– для определения температуры поверхности используется пирометр, а работоспособность и забитость можно определить тепловизором;

– для определения загрузки ВРУ по фазам при обследовании используется анализатор качества электрической энергии с возможностью почасовой записи;

– для определения работоспособности системы отопления на входе в здание возможна установка портативного тепловычислителя с установкой датчиков преобразователя давления и температуры.

Использование приборного парка позволяет более объективно оценить техническое состояние каждой инженерной системы здания. Безусловно, применение тех или иных приборов перед обследованием согласуется в ТЗ и является дополнительной возможностью для получения конечного результата. При скрытой прокладке отдельных инженерных коммуникаций выполняется вскрытие строительных конструкций.

Что касается сферы проектирования и предоставления дополнительной исходной информации для проектировщиков, то зачастую на объектах эксплуатации отсутствует инженерно-техническая документация, а именно исполнительная или рабочая документация по инженерным системам. За редким исключением служба эксплуатации не знает свое хозяйство: зачастую никто не может сказать с точностью, какая труба, какого диаметра проходит в той или иной шахте, в полу. В таком случае по предоставленным актуальным обмерным поэтажным планам зданий инженер-обследователь выполняет актуализацию фактически исполнительных схем объекта, выполняет обмерные работы каждой инженерной системы с указанием инженерного оборудования, диаметров труб, воздухопроводов, с указанием высотных отметок и привязкой к строительным конструкциям. Данные актуальные чертежи, места прокладки труб, воздухопроводов, перечень инженерного оборудования облегчают работу проектировщикам и минимизируют затраты на ремонт.

Современный подход по обследованию включает не только проведение визуального обследования с оценкой физического или морального износа, но и выполнением инструментального обследования с заключением о возможности безопасно эксплуатировать ту или иную инженерную систему здания. Оценкой или критерием оценки должны являться формулировки в выводах и заключениях: работоспособное, аварийное или неработоспособное техническое состояние. Но такие формулировки в настоящее время ГОСТ 31937–2011 не регламентированы.



### Выводы

Подводя итоги проделанной аналитической работы о методах технического обследования инженерных систем, в первую очередь необходимо отметить, что существующий ГОСТ 31937–2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» на сегодняшний день является несовершенным, требующим актуализации и доработки в части терминологии по оценке технического состояния инженерных систем: работоспособное, аварийное, неработоспособное, актуальность применяемых нормативных документов, отсутствие регламента выполнения обмерных работ, разработка графических материалов и отдельных видов инструментального обследования. Во-вторых, в актуализации также нуждаются действующие, разработанные в СССР доку-

менты: ВСН 53-86(р) «Правила оценки физического износа жилых зданий»; ВСН 58-88(р) «Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий», так как некоторые современные инженерные системы в данных документах вовсе не отражены, а принятые технические заключения морально устарели.

Современные методы обследования позволяют за счет применяемых инструментальных приборов более точно определить эксплуатационные возможности систем, выявить скрытые недостатки и в дальнейшем разработать оптимальные мероприятия с оптимизацией финансовых расходов на капитальный ремонт систем в целом или отдельных элементов. Применяемые технические решения должны идти в ногу со временем.

### Список литературы

1. Скляр Л.А. Техническое обследование зданий и сооружений в рамках требований Федерального Закона № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и ГОСТ 31937–2011 «Правила обследования и мониторинга технического состояния» // *Научный вестник Арктики*. 2019. № 7. С. 22–33.
2. Ведяков И.И., Конин Д.В., Артамонов В.А. О необходимости актуализации ГОСТ 31937–2011 с учетом обобщения опыта обследований // *Промышленное и гражданское строительство*. 2020. № 10. С. 101–110.
3. Патрикеев А.В. Система динамического мониторинга инженерного сооружения как ключевой элемент его технической безопасности // *Вестник МГСУ*. 2014. № 3. С. 133–140.
4. Соловьев С.А. Разработка методов количественной оценки безопасности несущих элементов эксплуатируемых строительных конструкций. *Сборник тезисов участников форума «Наука будущего – наука молодых»*. 2017. С. 179–181.
5. Давидюк А.А. Научно-техническое сопровождение проектирования объектов повышенного уровня ответственности // *Промышленное и гражданское строительство*. 2020. № 2. С. 29–33.
6. Давидюк А.А., Смирнова Ю.А., Долгалев А.П. Автоматизированный мониторинг зданий и сооружений при помощи датчиков // *Промышленное и гражданское строительство*. 2019. № 2. С. 55–59.
7. Davidyuk A., Rumyantsev I. Quality control of high-performance concrete in high-rise construction during operation. *MATEC Web of Conferences*. 2018. 01035. DOI: 10.1051/matecconf/201817001035

### References

1. Sklyarov L.A. Technical inspection of buildings and structures within the framework of the requirements of Federal Law No. 384-FZ “Technical regulations on the safety of buildings and structures” and GOST 31937–2011 “Rules for inspection and monitoring of technical condition”. *Nauchnyy vestnik Arktiki*. 2019. No. 7, pp. 22–33. (In Russian).
2. Vedyakov I.I., Konin D.V., Artamonov V.A. On the need to update GOST 31937–2011 taking into account the generalization of the survey experience. *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo*. 2020. No. 10, pp. 101–110. (In Russian).
3. Patrikeev A.V. System of dynamic monitoring of an engineering structure as a key element of its technical safety. *Vestnik MGSU*. 2014. No. 3, pp. 133–140. (In Russian).
4. Soloviev S.A. Development of methods for quantitative assessment of the safety of bearing elements of operating building structures. *Collection of theses of the participants of the forum “Science of the future – science of the young”*. 2017, pp. 179–181. (In Russian).
5. Davidyuk A.A. Scientific and technical support for the design of facilities with a higher level of responsibility. *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo*. 2020. No. 2, pp. 29–33. (In Russian).
6. Davidyuk A.A., Smirnova Yu.A., Dolgalev A.P. Automated monitoring of buildings and structures using sensors. *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo*. 2019. No. 2, pp. 55–59. (In Russian).
7. Davidyuk A., Rumyantsev I. Quality control of high-performance concrete in high-rise construction during operation. *MATEC Web of Conferences*. 2018. 01035. DOI: 10.1051/matecconf/201817001035

УДК 699.88

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-40-46>

В.А. СМІРНОВ<sup>1,2</sup>, канд. техн. наук (belohvost@list.ru)

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (127238, г. Москва, Локомотивный пр., 21)

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

## Защита несущих конструкций зданий от влияния вибрации, создаваемой железнодорожным транспортом

Зачастую сеть железных дорог проходит сквозь населенные пункты, а в пределах городов находится вблизи от жилых и общественных зданий, в том числе высотных. Динамические нагрузки, вызываемые при движении железнодорожных поездов передаются через грунт на близко расположенные здания и вызывают в них повышенные уровни вибрации и переизлучаемого структурного шума. В связи с этим при проектировании железнодорожных путей или при строительстве зданий в зоне влияния железных дорог следует на стадии проектирования оценить возможное вибрационное воздействие рельсового транспорта на конструкции и при необходимости предусмотреть мероприятия по защите зданий от негативного вибрационного воздействия. Однако до настоящего времени отсутствовала стандартизированная методика прогноза уровней вибрации в помещениях зданий, расположенных вблизи линий железнодорожного транспорта. Представленная в статье методика прогнозирования вибрационного воздействия от железнодорожного транспорта позволит на стадии проектирования оценить степень вибрационного воздействия железнодорожного транспорта на здания и сооружения и при необходимости разработать конструктивные решения по виброизоляции, позволяющие защитить здания и сооружения от негативных вибрационных воздействий и создать в помещениях условия акустического комфорта.

**Ключевые слова:** здания, вибрационное воздействие, верхнее строение пути, виброизоляция, виброустойчивость, колебания, акустический комфорт.

**Для цитирования:** Смирнов В.А. Защита несущих конструкций зданий от влияния вибрации, создаваемой железнодорожным транспортом // *Жилищное строительство*. 2020. № 12. С. 40–46.

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-40-46>

V.A. SMIRNOV<sup>1,2</sup>, Candidate of Sciences (Engineering), (belohvost@list.ru)

<sup>1</sup> Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences (2, Lokomotivny proezd, Moscow, 127238, Russian Federation)

<sup>2</sup> National Research Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavskoye Shosse, Moscow, 129337, Russian Federation)

### Protection of Bearing Structures of Buildings Against the Influence of Vibration Generated by Railway Transport

Currently, the railway network is widely developed, many of which pass through settlements and cities; in some proximity to buildings, including high-rise buildings. The movement of trains on the track causes a certain level of vibrations that are transmitted through the ground to nearby buildings, and cause vibrations of various structures. In this regard, when designing railway tracks or constructing buildings in some proximity to railways, it is necessary to assess the possible vibration impact of rail transport on structures at the design stage and, if necessary, provide measures to protect buildings from negative vibration effects. However, to date, there has not been a standardized method for determining the vibration level at the design stage. The method of predicting the vibration impact of railway transport presented in the article will make it possible to estimate the degree of vibration impact of railway transport on buildings and structures at the design stage, and, if necessary, develop design solutions for vibration isolation that protect buildings and structures from negative vibration effects and create acoustic comfort conditions in the premises.

**Keywords:** buildings, vibration impact, track structure, vibration isolation, vibration speed, vibrations, acoustic comfort.

**For citation:** Smirnov V.A. Protection of bearing structures of buildings against the influence of vibration generated by railway transport. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 12, pp. 40–46. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-40-46>

В связи с развитием сети железных дорог в крупных городах и повышением интенсивности движения по существующим линиям, например проекты МЖД в Москве, проекты ЛРТ в Санкт-Петербурге, многие существующие или проектируемые здания и сооруже-

ния оказываются в зоне влияния повышенного вибрационного влияния, вызванного движением железнодорожных подвижных составов. Нестационарные динамические нагрузки возникают при взаимодействии неподрессоренных масс железнодорожных со-

ставов и конструкции верхнего строения пути. Возникающая при этом вибрация верхнего строения пути (ВСП) передается по грунту на фундаменты зданий, попадающих в зону влияния железнодорожного пути, затем распространяется по несущим конструкциям зданий до стен и перекрытий оцениваемого помещения и вызывает в них повышенные уровни вибрации и переизлучаемого структурного шума. Как показывают исследования [1–16] (а также результаты НИР «Отчет о НИОКР «Исследования процессов передачи вибраций от грунта на несущие конструкции зданий от воздействия поездов метрополитена», № госрегистрации АААА-А17-117051110100-4, НИИСФ РААСН, Москва, 2017 г.»; Отчет по НИР «Разработка теоретических основ оценки вибрационного воздействия от линий метро мелкого заложения на среду обитания населения», № госрегистрации АААА-А18-118092790066-5, НИИСФ РААСН, Москва, 2018 г.), вибрационные воздействия на здания от железнодорожного транспорта имеют прерывистый, непостоянный характер и имеют преобладающие значения в широкой полосе от 4 до 160 Гц в зависимости от типа подвижного состава и его скорости.

Базируясь на результатах проведенных исследований [1–6, 14, 17, 19], предложена методика прогнозирования вибрационных воздействий на несущие конструкции зданий и сооружений, попадающих в зону влияния путей железной дороги, которая лег-

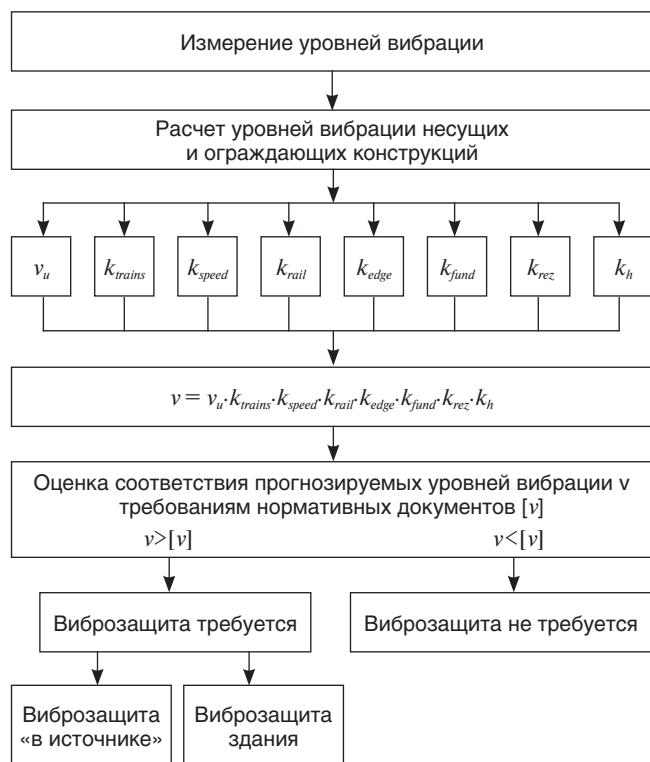


Рис. 1. Схема проведения прогноза уровней вибрации от железнодорожной линии

Fig. 1. Scheme for predicting vibration levels from a railway line

ла в основу разработанного СП 441.1325800.2019. Положения настоящего стандарта разработаны в обеспечение требований федеральных законов № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»; № 184-ФЗ «О техническом регулировании»; № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». По результатам многочисленных научных исследований и натурных измерений [2, 18–20] установлено ориентировочное расстояние от оси пути до зданий, при которых необходимо оценивать воздействие вибрации на здания. Оно составляет от 40 м для поездов пригородного сообщения до 160 м для грузовых поездов.

На рис. 1 приведена схема последовательного расчета виброскорости колебаний ограждающих конструкций оцениваемого помещения с учетомправочных коэффициентов и частотно-зависимых функций, зависящих от конкретных условий площадки застройки, характеристик здания и параметров ВСП.

Прогнозирование значений виброскорости в зданиях и сооружениях и подбор виброзащитных мероприятий проводится в следующей последовательности:

а) оценивают значения вибрации верхнего строения пути железной дороги при наличии соответствующих экспериментальных данных или поверхности грунта на расстоянии 8 м от оси железной дороги с учетом текущего состояния железнодорожного пути и скорости обращения подвижного состава;

б) задают или определяют исходное для расчета геологическое строение верхней части грунта основания земляного полотна: число и толщины слагающих слоев верхней части грунта общей толщиной  $H \geq h + 10$  м, где  $h$  – удвоенная ширина балластной призмы [6];

в) определяют массовые, динамические упругие и диссипативные параметры слагающих грунтов: плотность, скорости продольных и поперечных волн и коэффициент потерь в каждом слое;

г) определяют ожидаемые значения виброскорости на поверхности грунта;

д) определяют ожидаемые значения виброскорости поверхности фундамента здания, несущих элементов здания (перекрытий и стен);

е) выполняют проверку условий  $L_v < [L_v]$ ;

ж) в случае нарушения условий п. (е), осуществляют подбор и проектирование виброзащитных мероприятий;

з) оценивают эффективность спроектированных виброзащитных мероприятий, повторно выполняя расчет по перечислениям п. (г–ж) настоящего пункта и проверку п. (е).

Вычисление виброскорости  $v$ , м/с, несущих и (или) ограждающих конструкций зданий и сооружений следует проводить по формуле:

$$v = v_{н(р)} \cdot k_{trains} \cdot k_{speed} \cdot k_{rail} \cdot k_{edge} \cdot k_{fund} \cdot k_{rez} \cdot k_h \quad (1)$$

где  $v_{н(р)}$  – измеренный (рассчитанный) октавный спектр вертикальной и горизонтальных составляющих скорости колебаний поверхности грунта на абрисе фундамента здания или сооружения, м/с;  $k_{trains}$  – поправочный коэффициент, учитывающий возможность одновременного движения по параллельным путям на рассматриваемом участке;  $k_{speed}$  – поправочный коэффициент, учитывающий скорость движения подвижного состава;  $k_{rail}$  – поправочный коэффициент, учитывающий износ пути, колесных пар, наличие стрелочных переводов, переездов и прочих особых элементов пути, приводящих к существенному изменению динамической нагрузки на верхнее строение пути;  $k_{edge}$  – частотно-зависимая функция, учитывающая наличие систем виброизоляции (в конструкции верхнего строения пути или здания). В случае ее отсутствия принимается равной единице в заданном частотном диапазоне;  $k_{fund}$  – частотно-зависимая функция, характеризующая передачу вибрации с грунта на фундамент здания;  $k_{rez}$  – частотно-зависимая функция, соответствующая резонансному увеличению колебаний ограждающих поверхностей помещений;  $k_h$  – частотно-зависимая функция, учитывающая изменение колебаний по высоте здания.

Виброскорость колебаний грунта  $v$ , м/с, в точке на расстоянии  $r$ , м, от источника колебаний определяют по известной виброскорости  $v_0$ , м/с, колебаний грунта на расстоянии  $r_0$ , м, от оси ближнего железнодорожного пути произведением ее на коэффициент геометрического ослабления  $C$  и коэффициент демпфирования материала  $D$  по формуле:

$$v(r) = v(r_0) \cdot C \cdot D. \quad (2)$$

Параметры  $C$  и  $D$ , входящие в формулу (2), оценивают по следующим зависимостям по ГОСТ Р ИСО 10137–2016 «Основы расчета строительных конструкций. Эксплуатационная надежность зданий в условиях воздействия вибрации» (приложение В):

$$C = \left( \frac{r_0}{r} \right)^n; \quad (3)$$

$$D = e^{-\rho \pi / c (r - r_0)}, \quad (4)$$

где  $n$  – показатель степени, выбираемый в зависимости от типа механизма распространения волн по табл. 1;  $f_{cr}$  – среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц;  $\rho = \eta / c$  – параметр, определяемый по табл. 2 или вычисляемый исходя из результатов динамических испытаний грунта;  $\eta$  – коэффициент потерь грунта,  $\eta = \delta / \pi$ , где  $\delta$  – логарифмический декремент колебаний;  $c$  – скорость продольной волны, м/с.

Таблица 1  
Table 1

Значения  $n$  в зависимости от расположения источника и точки наблюдения  
Values of  $n$  depending on the location of the source and observation point

Положение источника	Положение точки наблюдения	$n$
На поверхности	На поверхности	0,25
На поверхности	В толще грунта	1
В толще грунта	На поверхности	0,5
В толще грунта	В толще грунта	0,5

Таблица 2  
Table 2

Значения  $\rho$  в зависимости от типа грунта  
Values of  $\rho$  depending on the type of soil

Тип грунта	Описание	$\rho$ , с/м
1	Дисперсные несвязные, в том числе техногенные грунты: – лесовые – топки – речной песок – дюнный песок – органические – поверхностный слой грунта	$2 \cdot 10^{-4} - 6 \cdot 10^{-4}$
2	Дисперсные несвязные и связные осадочные и элювиальные грунты: – пески – супеси, суглинки – пылеватые глины – гравий, щебень – пылеватые пески, ил	$6 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 10^{-4}$
3	Дисперсные и скальные грунты: – плотный песчаник – сухая уплотненная глина – уплотненная валунная морена, ледниковые тиллиты	$6 \cdot 10^{-6} - 6 \cdot 10^{-5}$
4	Скальные грунты: – горная порода, материковый грунт – скальная порода	$< 6 \cdot 10^{-6}$

**Примечание.** Классификация грунтов приведена в соответствии с ГОСТ 25100–2011 «Грунты. Классификация».

Значения коэффициента потерь грунта, а также параметры формул (2)–(5) рекомендуется верифицировать с данными натурных измерений на конкретной площадке застройки.

При наличии двух и более путей напротив исследуемого (проектируемого) здания следует учитывать повышение вибрации в здании при движении поездов (табл. 4.1) одновременно по нескольким путям (при наличии такой технической возможности, иное должно быть обосновано) посредством введения поправочного коэффициента к скорости колебаний  $v_{н(р)}$ , входящей в формулу (1), вычисляемого по формуле:

$$k_{trains} = 1 + \sum_{i=2}^m \left( \frac{r}{r+r_i} \right)^n, \quad (3)$$

где  $r$  – расстояние от середины ближнего пути до расчетной точки, м;  $i$  – расстояние между серединами ближнего и  $i$ -го пути, м;  $n$  – показатель степени, определяемый по табл. 5.3;  $m$  – число путей, по которым возможно одновременное движение поездов.

Таблица 3  
Table 3

Влияние скорости движения подвижного состава  
Impact of movement speed of the rolling stock

Проектная скорость движения по участку, км/ч	$k_{speed}$ , дБ (раз), при опорной скорости, км/ч		
	50	80	240
480	–	–	+6 дБ (1,995)
320	–	–	+2,5 дБ (1,333)
240	–	–	0 дБ (1,000)
160	–	–	–3,5 дБ (0,668)
120	–	–	–6 дБ (0,501)
100	+6 дБ (1,995)	+1,6 дБ (1,202)	–
80	+4,4 дБ (1,659)	0,0 дБ (1,000)	–
60	+2,5 дБ (1,333)	–1,9 дБ (0,804)	–
50	0 дБ (1,000)	–4,4 дБ (0,603)	–
30	–3,5 дБ (0,668)	–8 дБ (0,398)	–

**Примечание.** В общем случае уровень вибрации, дБ, пропорционален  $20 \lg(v/v_{ref})$ , где  $v$  – проектная скорость движения поезда,  $v_{ref}$  – расчетное значение опорной скорости.

Коэффициент  $k_{speed}$  является поправкой на скорость подвижного состава, которую принимают в соответствии с табл. 3.

Коэффициент  $k_{rail}$  рассчитывается для существующих конструкций путей с малым износом при эксплуатации в соответствии с [1].

В случае износа пути или колесных пар подвижного состава, а также при расположении здания в зоне влияния особых конструкций пути (стрелочный перевод, стрелочная улица, переезд, безбалластная конструкция верхнего строения пути (ВСП)) необходимо применять поправочный коэффициент  $k_{rail}$  к оценочным значениям вибрации, приведенный в табл. 4.

Коэффициенты  $k_{speed}$  и  $k_{rail}$  применяют в формуле (1) в октавных полосах, в которых уровень вибрации при движении поездов железной дороги выделяется над уровнем фоновой вибрации.

Коэффициент  $k_{fund}$  для зданий с ленточными или плитными фундаментами определяют его частоты свободных колебаний  $f_{bs}$ , Гц, как жестких конструкций на упругом основании расчетом по апробированной методике в сертифицированном программном комплексе или по формуле:

$$f_{bs} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_s}{m_b}}, \quad (6)$$

где  $k_s$  – жесткость грунта основания, Н/м;  $m_b$  – масса здания, кг.

При определении массы здания  $m_b$ , кг, учитывается действие постоянных и временных нагрузок в соответствии с СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07–85\*» (с Изменениями № 1, 2) для их нормативных значений. Жесткость грунта основания под зданием рассчитывается на основании

Таблица 4  
Table 4

Влияние конструкции пути  
Influence of rail track design

Наименование дефекта	Поправочный коэффициент $k_{rail}$ , дБ (раз)
Износ или неровности на колесной паре <sup>1</sup>	+10 дБ (3,162)
Изношенный рельс, волнообразный износ рельса <sup>2</sup>	+10 дБ (3,162)
Переезд, стрелочный перевод, перекрестный съезд <sup>3</sup>	+10 дБ (3,162)
Изолирующий, изношенный, компенсирующий стык <sup>4</sup>	+8 дБ (2,511)
Безбалластная конструкция пути	–3 дБ (0,708)

**Примечания:**

<sup>1</sup> Дефекты на поверхности катания колеса или неравномерный износ колес могут приводить к существенному повышению уровней вибрации. Это явление можно снизить благодаря отточке колесных пар.

<sup>2</sup> Если и колесная пара, и рельс изношены, применяется один поправочный коэффициент. Волнообразный износ рельса – типичная проблема, особенно в кривых и при значительной нагрузке на ось. Снижение этого фактора возможно с помощью шлифовки рельса.

<sup>3</sup> Воздействие колесной пары на стрелочном переводе в зоне крестовины существенно повышает уровни вибрации ВСП. Снижение этого фактора возможно за счет установки особых конструкций крестовин.

<sup>4</sup> Существенное повышение уровней вибрации на стыке связано с импульсным динамическим воздействием (ударом колеса о рельс). Снижение этого фактора возможно за счет применения бесстыкового пути.

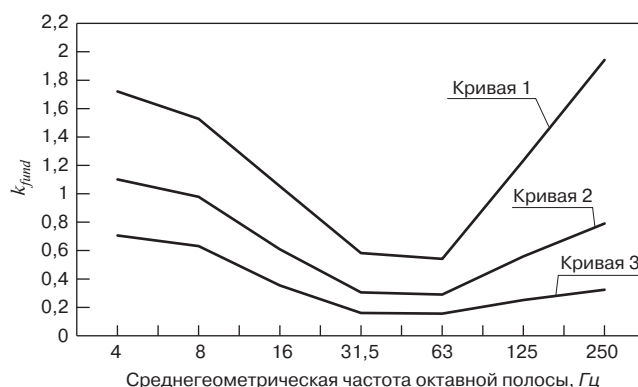


Рис. 2. Передаточная функция  $k_{fund}$

Fig. 2.  $k_{fund}$  transfer function

СП 26.13330.2012 «Фундаменты машин с динамическими нагрузками. Актуализированная редакция СНиП 2.02.05–87» (с Изменением № 1) и данных физико-механических испытаний грунтов. Для зданий, расположенных на свайном основании, расчет следует проводить, используя эмпирические модели либо численные модели в сертифицированных программных комплексах.

Для частот внешнего воздействия, превышающих  $f_{bs}$ , амплитуды колебаний фундамента здания оказываются ниже амплитуд колебаний грунта. При совпадении частоты внешнего воздействия и собственной частоты сооружения передаточная функция может быть определена по формуле:

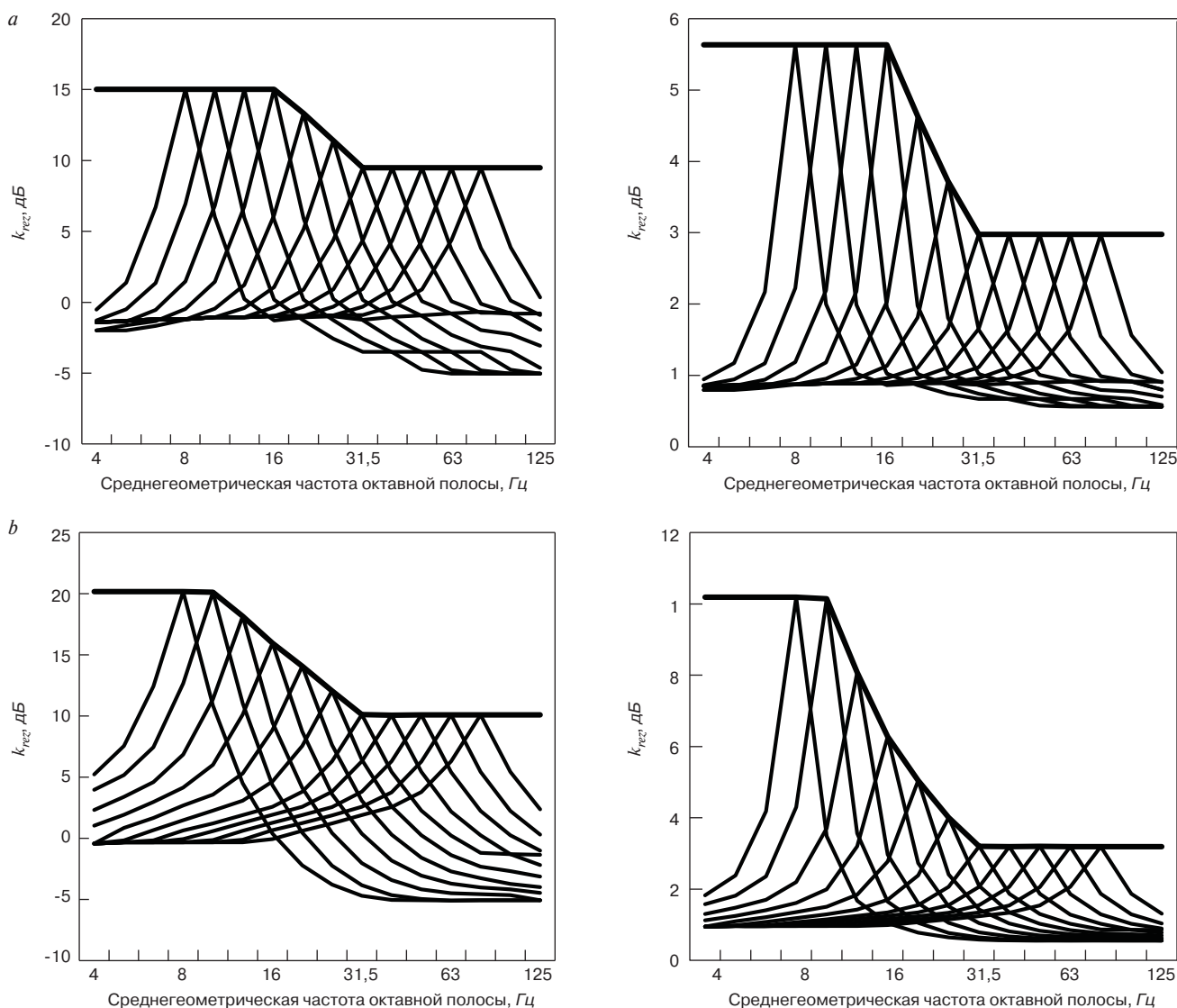


Рис. 3. Частотно-зависимые функции  $k_{рез}$  для бетонных (а) и деревянных (б) конструкций  
Fig. 3. Frequency-dependent  $k_{рез}$  functions for concrete (a) and wood (b) structures

$$k_{fund} = \frac{\sqrt{1 + \eta^2}}{\eta}. \quad (7)$$

Передаточная функция для фундамента как массивного тела на упругом основании определяется по формуле:

$$k_{fund} = \sqrt{\frac{1 + z^2 \eta^2}{(z^2 - 1)^2 + z^2 \eta^2}}, \quad (8)$$

где  $z = \frac{f_{bs}}{f}$  – коэффициент расстройки;  $\eta$  – коэффициент потерь грунта – определяют в процессе геологических изысканий или на основе лабораторных динамических исследований по ГОСТ 12248–2010 «Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости» (с Поправкой), ГОСТ Р 56353–2015 «Грунты. Методы лабораторного определения динамических свойств дисперсных грунтов или прямых измерений на месте».

Скорость колебаний фундамента здания определяется в каждой октавной полосе по формуле:

$$v_{fund,i}(f) = v_i(f) k_{fund,i} \quad (9)$$

где  $v_i(f)$  – виброскорость колебаний грунта в исследуемой точке вблизи фундамента в  $i$ -й октавной полосе частот, м/с, определяемая по формуле (2) или по данным натурных измерений;  $k_{fund,i}$  – значение передаточной функции для  $i$ -й октавной полосы частот, определяемое по формулам (7) и (8).

Усредненная по множеству измерений передаточная функция  $k_{fund}$  для перехода с грунта на фундамент здания определяется по кривым рис. 2. Кривая 2 на рис. 2 может быть использована для вычисления передаточных функций для зданий малого объема и нормальных грунтовых условий (скорость распространения продольных волн около 200 м/с). Если грунт мягче или жестче (скорость распространения

продольных волн отличается в среднем более чем в два раза), следует пользоваться кривой 3 или 1 соответственно. Если исследуется высотное здание, следует пользоваться кривой 3.

При расположении высотных зданий (СП 267.1325800.2016 «Здания и комплексы высотные. Правила проектирования») вблизи линий железной дороги или при расположении здания на слабых грунтах рекомендуется дополнительно учитывать возможный резонанс конструкции здания в горизонтальном направлении. Для высотных зданий (СП 267.1325800.2016) с постоянной высотой этажа или протяженных с постоянным шагом несущих конструкций необходимо также проводить исследования параметрического резонанса при совпадении частоты внешнего воздействия с периодической структурой здания.

Коэффициент  $k_{рез}$  характеризует уровень вибрации стен и перекрытий в расчетном помещении здания и определяется расчетом значений резонансного увеличения амплитуд колебаний конструкций для изгибаемых элементов зданий и сооружений. При этом используется проектная документация на исследуемое здание. Выделяют группы элементов сопоставимых геометрических размеров в плане, наиболее часто встречающихся в исследуемом здании или сооружении, с учетом их назначения; определяют их расчетную схему с учетом условий закрепления в несущих конструкциях.

Для выбранных типовых групп изгибаемых элементов определяют их резонансные частоты и передаточные функции  $k_{рез}$  в октавных полосах частот, попадающих в диапазон частот, выделяющихся над уровнем фоновой вибрации. Расчетная схема для перекрытий зданий должна учитывать наличие (влияние) внутренних перегородок, а также изменение поперечного сечения изгибаемого элемента. Расчет рекомендуется проводить в рамках численного моделирования в программных комплексах, построенных по методу конечных элементов (МКЭ). Для простых перекрытий в плане (квадратные, круглые, прямоугольные) допускается использовать расчетные формулы строительной механики и теории упругости. Затем, основываясь на полученном значении резонансной частоты ограждающей конструкции, ее передаточную функцию для бетонных и деревянных конструкций определяют по графикам рис. 3, а, б соответственно.

Коэффициент  $k_n$  определяют в рамках применения оценочной методики прогнозирования. Распространения колебаний по зданию допускается не учитывать «в запас» расчетной модели, принимая передаточную функцию равной  $k_n=1$ .

Разработанная методика прогнозирования позволяет на стадии проектирования оценить степень виб-

рационного воздействия железнодорожного транспорта на здания и сооружения и при необходимости разработать конструктивные решения по виброизоляции, позволяющие защитить здания и сооружения от негативных вибрационных воздействий, вызванных динамическими нестационарными нагрузками создаваемыми подвижным составом железных дорог.

Прогнозирование уровней шума и вибрации в помещениях зданий и сооружений, попадающих в зону влияния железнодорожного пути, по разработанной методике позволит создать в них условия акустического комфорта и соблюсти требования санитарного нормирования для обеспечения благоприятной среды проживания и условий благоприятного акустического комфорта.

### Список литературы / References

1. Смирнов В.А., Цукерников И.Е. Экспериментальные исследования уровней вибрации перекрытий жилых зданий, вызванных движением поездов метрополитена // *Строительство и реконструкция*. 2016. № 4 (66). 2016. С. 85–92.
1. Smirnov V.A., Tsukernikov I.E. Experimental studies of the vibration levels of residential building floors caused by the movement of subway trains. *Stroitelstvo i reconstructcia*. 2016. No. 4 (66), pp. 85–92. (In Russian).
2. Ren X., Wu J., Tang Y., Yang J. Propagation and attenuation characteristics of the vibration in soft soil foundations induced by high-speed trains. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*. 2019. No. 117, pp. 374–383. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2018.11.004>
3. Rees J., Gomez-Agustina L. Assessment of ground-borne vibration from underground trains on a proposed residential development. *Euronoise*. 2018, May. Crete, Greece, pp. 1455–1462.
4. Ma M., Liu W.N., Liu W.F. Research progresses of prediction method and uncertainty of train-induced environmental vibration. *Jiaotong Yunshu Gongcheng Xuebao/Journal of Traffic and Transportation Engineering. Chang'an University*. 2020, June 1. <https://doi.org/10.19818/j.cnki.1671-1637.2020.03.001>
5. Смирнов В.А. Экспериментально-численная оценка уровней вибраций конструкции фундамента высокоточного оборудования // *Жилищное строительство*. 2016. № 6. С. 33–37.
5. Smirnov V.A. Experimental and numerical assessment of vibration levels of the foundation structure of high-precision equipment. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 6, pp. 33–37. (In Russian).
6. Smirnov V., Tsukernikov I. To the Question of vibration levels prediction inside residential buildings

- caused by underground traffic. *Procedia Engineering*. 2017. Vol. 176, pp. 371–380.
7. Railroad F. High-speed ground transportation noise and vibration impact assessment high-speed ground transportation noise and vibration impact assessment. 1998.
  8. Connolly D.P., Marecki G.P., Kouroussis G., Thalassinakis I., Woodward P.K. The growth of railway ground vibration problems – A review. *Science of the Total Environment*. 2016. 568, pp. 1276–1282. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.09.101>
  9. Cardona J., Romeu J., Arcos R., Balastegui A. A ground-borne vibration assessment model for rail systems at-grade. In *39th International Congress on Noise Control Engineering 2010, INTER-NOISE 2010*. Vol. 4, pp. 3154–3163.
  10. Hunt H. E. M., Hussein M. F. M. Ground-borne vibration transmission from road and rail systems: prediction and control. In *Handbook of Noise and Vibration Control*. 2008, pp. 1458–1469. John Wiley and Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470209707.ch123>
  11. Bahrekazemi M. Train-induced ground vibration and its prediction. division of soil and rock mechanics dept of civil and architectural engineering royal institute of technology TRITAJOB PHD. 2004. 1005, pp. 1650–9501.
  12. Karlström A., Boström A. An analytical model for train-induced ground vibrations from railways. *Journal of Sound and Vibration*. 2006. 292 (1–2), pp. 221–241. <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2005.07.041>
  13. Howarth H.V.C., Griffin M.J. The relative importance of noise and vibration from railways. *Applied Ergonomics*. 1990. 21 (2), pp. 129–134. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(90\)90135-K](https://doi.org/10.1016/0003-6870(90)90135-K)
  14. Jones C.J.C., Block J.R. Prediction of ground vibration from freight trains. *Journal of Sound and Vibration*. 1996. 193 (1), pp. 205–213. <https://doi.org/10.1006/jsvi.1996.0260>
  15. Смирнов В.А. Снижение динамических нагрузок при передаче колебательной энергии через фундаментную конструкцию // *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. 2018. № 3 (375). С. 198–201.
  16. Smirnov V.A. Reduction of dynamic loads during transmission of vibrational energy through the foundation structure. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti*. 2018. No. 3 (375), pp. 198–201. (In Russian).
  17. Смирнов В.А. Виброзащита верхнего строения пути метрополитена с применением конструкции типа «масса-пружина» // *Жилищное строительство*. 2018. № 6. С. 32–36.
  18. Smirnov V.A. Vibration protection of the superstructure of the subway track using a «mass-spring» construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 6, pp. 32–36. (In Russian).
  19. Smirnov V.A. Numerical analysis of long-haul structure laying on nonlinear foundation subjected to moving load. 2018. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 456 012061
  20. Смирнов В.А. Защита исторических памятников от вибраций, вызванных движением рельсового транспорта // *БСТ*. 2018. № 8. С. 23–25.
  21. Smirnov V.A. Protection of historical monuments from vibrations caused by rail traffic. *BST*. 2018. No. 8, pp. 23–25. (In Russian).
  22. Smirnov V., Cherkasova D., Lebedev A., Smolyakov M. Vibration data probability analysis inside residential premises adjacent to underground train lines. in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Institute of Physics Publishing*. 2020. Vol. 753. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/753/2/022082>
  23. Smirnov V. Basement vibration isolation efficiency investigation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2020. 896, 012020. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/896/1/012020>

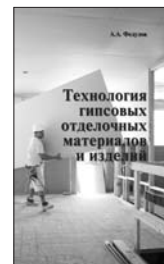
## СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Книга «Технология гипсовых отделочных материалов и изделий»

Автор – Федулов А.А.

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

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



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



УДК 332.832.22

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-47-52>

Е. Ф. ФИЛАТОВ, начальник строительной лаборатории (filatovef@mail.ru)

ООО «Специализированный застройщик Брянский строительный трест» (2141007, г. Брянск, ул. Бежицкая, 1, к. 11)

## Растущие усадебные жилые дома – важное направление решения жилищной проблемы в России

Рассматриваются растущие усадебные жилые дома из ячеистых бетонов для строительства в сельских населенных пунктах, поселках городского типа, в малых, в том числе исторических городах, на дачных участках, а также в качестве жилья для служебного персонала на транспортных и энергетических магистралях и объектах. Низкая стоимость растущих усадебных жилых домов обеспечивается за счет относительно невысокой стоимости основного материала – ячеистого бетона, экономичности принятых объемно-планировочных решений и возможности выполнения строительных работ собственными силами без привлечения грузоподъемных механизмов. Дополнительная экономическая эффективность достигается благодаря поэтапному строительству, что сокращает единовременные вложения застройщика. Проведенные исследования и разработки показывают, что концепция растущего дома наиболее полно позволяет сочетать планировочные параметры жилых и подсобных помещений, их высокие потребительские качества, функциональные удобства, комфортность проживания с материальными возможностями и демографическими потребностями застройщика. Представлены схемы поэтапного перехода от двухкомнатного к пятикомнатному дому.

**Ключевые слова:** растущий усадебный жилой дом, индивидуальное жилищное строительство, ячеистый бетон.

**Для цитирования:** Филатов Е. Ф. Растущие усадебные жилые дома – важное направление решения жилищной проблемы в России // *Жилищное строительство*. 2020. № 12. С. 47–52.

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-47-52>

E.F. FILATOV, Head of Construction Laboratory, (filatovef@mail.ru)

ООО “Specialized developer – Bryansk Construction Trest” (1, bldg. 11, Bezhitskaya Street, Bryansk, 2141007, Russian Federation)

### Growing Manor Houses – an Important Direction for Solving the Housing Problem in Russia

The article considers growing manor houses made of cellular concrete for construction in rural localities, urban-type settlements, in small, including historical cities, on suburban areas, as well as as housing for service personnel on transport and energy highways and facilities. The low cost of growing manor houses is provided due to the relatively low cost of the main material – cellular concrete, the economy of the adopted space-planning solutions and the ability to perform construction works on their own without involving lifting mechanisms. Additional economic efficiency is achieved through the stage-by-stage construction, which reduces the developer's one-time investment. Research and developments conducted show that the concept of «growing house» most fully makes it possible to combine the planning parameters of residential and utility rooms, their high consumer qualities, functional amenities, comfort of living with the material capabilities and demographic needs of the developer. Schemes of stage-by-stage transition from a two-room to a five-room house are presented.

**Keywords:** growing manor house, individual housing construction, cellular concrete.

**For citation:** Filatov E.F. Growing manor houses – an important direction for solving the housing problem in Russia. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 12, pp. 47–52. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-12-47-52>

Проблема обеспеченности населения жильем остается по-прежнему острой. Уровень годового ввода жилья из расчета 1 м<sup>2</sup> на одного жителя страны еще не достигнут. В структуре объема ввода жилья наметился рост доли индивидуального жилищного строительства (ИЖС). В 2019 г. введено 80,3 млн м<sup>2</sup> жилья (около 45% составляет индивидуальное жилищное строительство). Известно, что иметь личный коттедж в ближайшие пять лет хотели бы около 3 млн семей. При нынешних объемах строительства этот спрос, по оценке Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, будет удовлетворен не менее чем за 19 лет. В государствен-

ной программе Российской Федерации «Развитие индивидуального жилищного строительства в Российской Федерации» на период 2020–2024 гг., подготовленной Минстроем РФ, необходимо увеличить объемы строительства индивидуальных жилых домов с 33,2 млн м<sup>2</sup> в 2019 г. до 40 млн м<sup>2</sup> в 2024 г. Тогда в Российской Федерации будет дополнительно возведено 24 млн м<sup>2</sup> жилья.

Для наращивания темпов строительства ИЖС необходима продуманная политика выделения гражданам земли под застройку, и в первую очередь в части упрощенной процедуры ее оформления. Защищать земельные районы, предназначенные для ИЖС,

рекомендуется Минстроем России с учетом «Стандарта комплексного развития территорий», разработанного Минстроем РФ и АО «ДОМ.РФ» совместно с КБ «Стрелка». Моделью малоэтажной городской застройки предполагается, в частности, совмещение на одной территории разных типов зданий: индивидуальных, блокированных домов и многоквартирных домов высотой до четырех этажей. Смешанная застройка позволит обеспечить плавный переход от пригорода к городским районам.

Застройка индивидуальными и блокированными домами дает возможность достичь требуемого высокого уровня жилищной обеспеченности по модели в целом (35–50 м<sup>2</sup> на человека).

При этом необходимо отметить, что в настоящее время обеспечение земельных участков инженерной и транспортной инфраструктурой осуществляется собственниками участков самостоятельно. Это повышает риск нарушения строительных норм, а также увеличивает затраты граждан на обеспечение жилого дома инфраструктурой. Важно использовать имеющийся наработанный опыт регионов, например Белгородской области, приобретенный при реализации и поддержке региональной программы ИЖС «Свой дом». Немаловажную роль по оживлению ИЖС должно сыграть стимулирование строительства: предлагается синхронизировать инвестиционные программы поставщиков энергоносителей (электроэнергии, газа, тепла) с территориальным планированием, делая это за счет региональных бюджетов, а в отдельных случаях расходы могут частично компенсироваться из федерального бюджета. Актуально использование зарубежного опыта, например Германии, полученного при реализации программы «Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного дома» [1–4].

В целях стимулирования высокого качества строительства и безопасности жилищного строительства программой предполагается стимулировать строительство типовых жилых домов, создание общедоступного каталога стандартных проектов ИЖС, в том числе с применением домокомплектов заводского изготовления, сформированного на основе открытых архитектурных конкурсов и наработок ведущих проектных организаций. В целях популяризации типовых проектов доступ к каталогу будет бесплатным.

Особое внимание должно быть уделено выбору стройматериалов. При выборе материала следует учитывать два момента: влияние материала на здоровье и экосистему, с одной стороны, и его воздействие на использование ресурсов и загрязнение окружающей среды – с другой. Что касается здоровья, решающим фактором здесь является химический состав и эмиссия. В вопросе же использования ресурсов следует учитывать экологические профили,

которые можно получить, например, анализом материала в течение всего срока его службы [5].

С этих позиций, а также сложившейся практики строительства преобладающими материалами при строительстве ИЖС являются дерево и ячеистый бетон (РМД 52-01–2006. Проектирование и возведение ограждающих конструкций жилых и общественных зданий с применением ячеистых бетонов в Санкт-Петербурге. СПб., 2006. 26 с.) [4–6]. Ячеистый бетон – один из немногих стройматериалов, обладающий оптимально сочетающимися несущими и теплозащитными свойствами. Приемлемыми для наружных стен по прочностным характеристикам являются наиболее распространенные у нас ячеистые бетоны плотностью 500–600 кг/м<sup>3</sup>. С точки зрения соответствия теплотехнических требований соответствующими повышенным требованиям оказываются только ячеистые бетоны плотностью 400 кг/м<sup>3</sup> и ниже. Однако зарубежная практика применения ячеистого бетона в ограждающих конструкциях, несмотря на столь же высокие теплозащитные требования к наружным стенам, находит широкое применение. Это объясняется тем обстоятельством, что там в отличие от российских норм в качестве расчетных коэффициентов теплопроводности ячеистых бетонов принимаются 4% эксплуатационной влажности для сухих и 6% – для влажных зон (СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий»; СНиП II-3–79\*\* «Строительная теплотехника»).

В приложении 3 СНиП II-3–79\*\* установлены вдвое более высокие показатели эксплуатационной влажности, что в 1,5 раза ухудшает расчетные коэффициенты теплопроводности ячеистых бетонов и существенно ограничивает применение однослойных ячеисто-бетонных стен. Фактическая эксплуатационная влажность ячеистых бетонов в конструкциях наружных стен по результатам многочисленных работ российских научно-исследовательских организаций имеет выраженную тенденцию к снижению, например влажность ячеистого бетона даже для условий Санкт-Петербурга не превышает 6% на второй год эксплуатации, а через 10 лет – 4%. Таким образом, при надлежащем подтверждении проектными и строительными организациями меньших показателей коэффициентов теплопроводности ячеистого бетона появляется возможность эффективно использовать этот недорогой, долговечный и экологически чистый стеновой материал в строительстве, особенно в малоэтажном [5–10].

Концепция общедоступного для граждан со средними доходами растущего усадебного дома [2–4] предполагает поэтапное развитие ограниченного одноэтажного «стартового» объема здания в зависимости от конкретных демографических потребностей и материальных возможностей застройщика. Первоначально

предполагается возводить жилой дом ограниченного объема с одной-двумя жилыми комнатами, кухней и санитарно-техническим узлом. В дальнейшем по мере возможности и необходимости в объеме чердака устраивается мансарда, образующая дополнительно 2–3 жилые комнаты, в результате чего однокомнатный дом превращается в трехкомнатный, двухкомнатный – в пятикомнатный и т. д. Независимо может осуществляться пристройка веранды и гаража, а также дополнительных открытых летних помещений в уровне мансарды.

Концепция общедоступного усадебного дома предполагает как необходимое условие существенного удешевления производство основного объема работ собственными силами застройщика без использования дорогостоящих подъемно-транспортных механизмов. Это предопределяет необходимость применения простейших технических решений, доступных для выполнения неквалифицированному обывателю, за исключением некоторых сантехнических и специальных работ.

Конструктивные решения стен и перекрытий растущего дома учитывают возможность устройства дополнительных проемов, необходимых для изменения планировочных решений в процессе расширения. Для этого в конструкциях массивных ячеисто-бетонных стен в определенных местах оставляют проемы, которые временно заделывают легкими листовыми материалами с применением эффективного утеплителя.

Основной объем здания должен быть образован капитальными стенами еще на первом этапе. При этом по экономическим и технологическим соображениям крыша дома также должна оставаться неизменной.

Для сокращения единовременных затрат при строительстве, а также эксплуатационных затрат за счет снижения теплопотерь конфигурация основной коробки в плане должна быть по возможности компактной.

Наиболее экономичное решение мансарды может быть достигнуто при реконструкции чердака с крышей ломаного очертания, позволяющее максимально сократить потери полезного объема по сравнению с первым этажом за счет уклона крыши. В этом случае устройство мансарды сводится к утеплению чердака и устройству необходимых перегородок и чердачного перекрытия. В целях увеличения полезного объема жилых комнат в мансарде в некоторых случаях чердачное перекрытие можно не устраивать, и в комнате будет наклонный потолок, образованный теплой крышей.

Наружная поверхность стен из ячеисто-бетонных блоков может быть отделана следующими способами: оштукатуриванием, цементными красками, цементно-перхлорвиниловыми красками, поливинилацетатными красками, тонкослойными декоративными растворами, например «Текс-Колор», и гидрофобными кремнийорганическими жидкостями. При

кладке стен на клей можно применять отделку без оштукатуривания, а при кладке стен на раствор наружную поверхность рекомендуется оштукатуривать с применением поризованных растворов, обеспечивающих необходимую паропроницаемость. Фрагментарное оштукатуривание отдельных участков фасада при кладке на клей может применяться по архитектурным соображениям.

При оформлении фасадов целесообразно использование различных декоративных и функционально-декоративных элементов: рустов, наличников, сандриков, пилястр, поясков и других деталей, выполненных из экструзионного полистирола, стеклофибробетона, а также ячеистого бетона с декоративным покрытием.

Вариативность архитектурного образа усадебного дома создается такими элементами фасада, как оконные переплеты, ограждения веранды, крыльцо, дымовая труба и т. п., а также фактурой и цветом скатной кровли с использованием металлической черепицы, ондулина и окрашенного асбестоцементного листа.

Совместное применение фактуры, цвета, декоративных деталей и малых форм, в том числе с использованием деревянной резьбы, позволяет получить практически неограниченный диапазон стилистических решений архитектурного образа усадебного дома.

Конструктивные решения растущих усадебных домов могут быть приняты в следующих вариантах:

- наружные несущие стены толщиной 500 мм из ячеисто-бетонных блоков, имеющих марки Д400 и Д500 при классе бетона В1 и В2, и стены толщиной 600 мм – при марке блоков Д600 и классе бетона В2,5; для последующего развития дома в стенах оставляются нужные проемы, заполняемые легкими материалами, которые достаточно просто вскрываются;
- внутренние несущие стены толщиной 200 мм из ячеисто-бетонных блоков марки Д700, класс В3,5 (М50);
- перекрытия над техподпольем и междуэтажные в следующих вариантах: по деревянным балкам; из ячеисто-бетонных блоков по железобетонным балкам; из ячеисто-бетонных блоков по балкам из гнутых стальных профилей; из ячеисто-бетонных плит;
- чердачное перекрытие по деревянным балкам с эффективным утеплителем;
- стены гаража и тамбура толщиной 200 мм из ячеисто-бетонных блоков марки Д600 и Д700 при классе бетона В2,5–3,5 (М35–М50).

Перемычки над оконными и дверными проемами выполняются из армированного ячеистого бетона марки Д700; блоки для перекрытий по железобетонным и металлическим балкам той же марки.

Фундаменты могут быть приняты различных типов в зависимости от грунтовых условий.

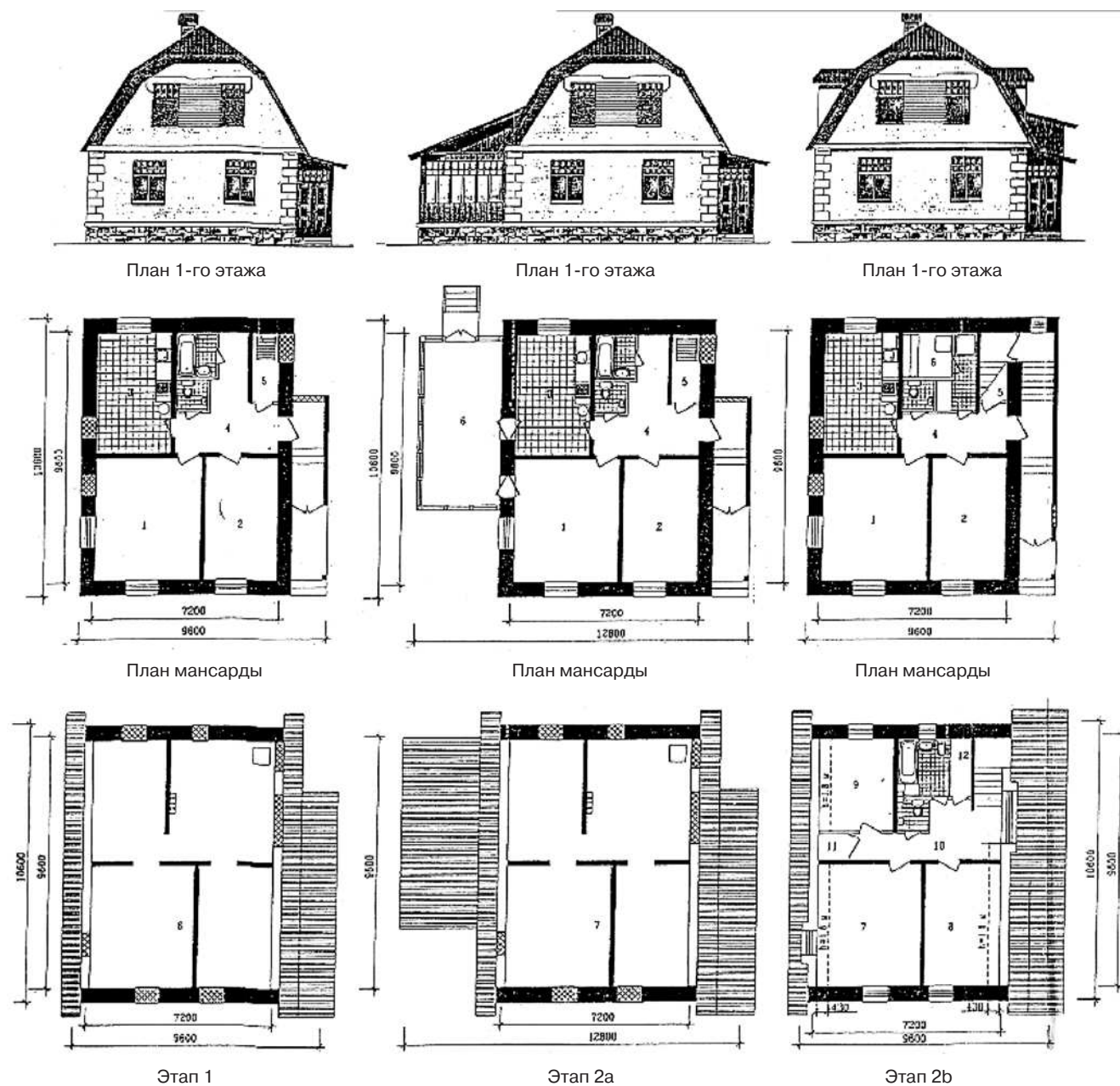


Рис. 1. Схема поэтапного перехода от двухкомнатного к пятикомнатному дому (этапы 1, 2a, 2b)  
Fig. 1. Scheme of stage-by-stage transition from a two-room to a five-room house (stages 1, 2a, 2b)

Для повышения теплотехнических характеристик кладки из ячеисто-бетонных блоков ее целесообразно выполнять на клею, в качестве которого применяется пластифицированная цементно-песчаная паста плотностью не более  $1000 \text{ кг/м}^3$  и  $\lambda \leq 0,17 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ .

Все варианты перекрытий, кроме ячеисто-бетонных плит, рассчитаны на бескрановый монтаж и могут быть выполнены силами самого застройщика с применением средств малой механизации. Конструкции крыши, веранды и внутренние лестницы деревянные, ограждения наклонных элементов – из легких материалов на деревянном каркасе с негорючим эффективным утеплителем.

Пространственная жесткость усадебных домов обеспечивается наличием взаимно перпендикулярных наружных и внутренних стен, образующих в плане коробчатое сечение в уровне первого этажа и в уровне мансарды. Связи взаимно перпендикулярных наружных и внутренних стен обеспечиваются за счет перевязки кладки стен из ячеисто-бетонных блоков, перевязки кладки цоколя из мелких бетонных блоков и за счет связей из металлической проволоки диаметром 4–5 мм (из нержавеющей, оцинкованной стали или арматурной стали с защитным казеиново-цементным покрытием), расположенной в двух уровнях в пределах одного этажа. Кроме того, связи между наружны-

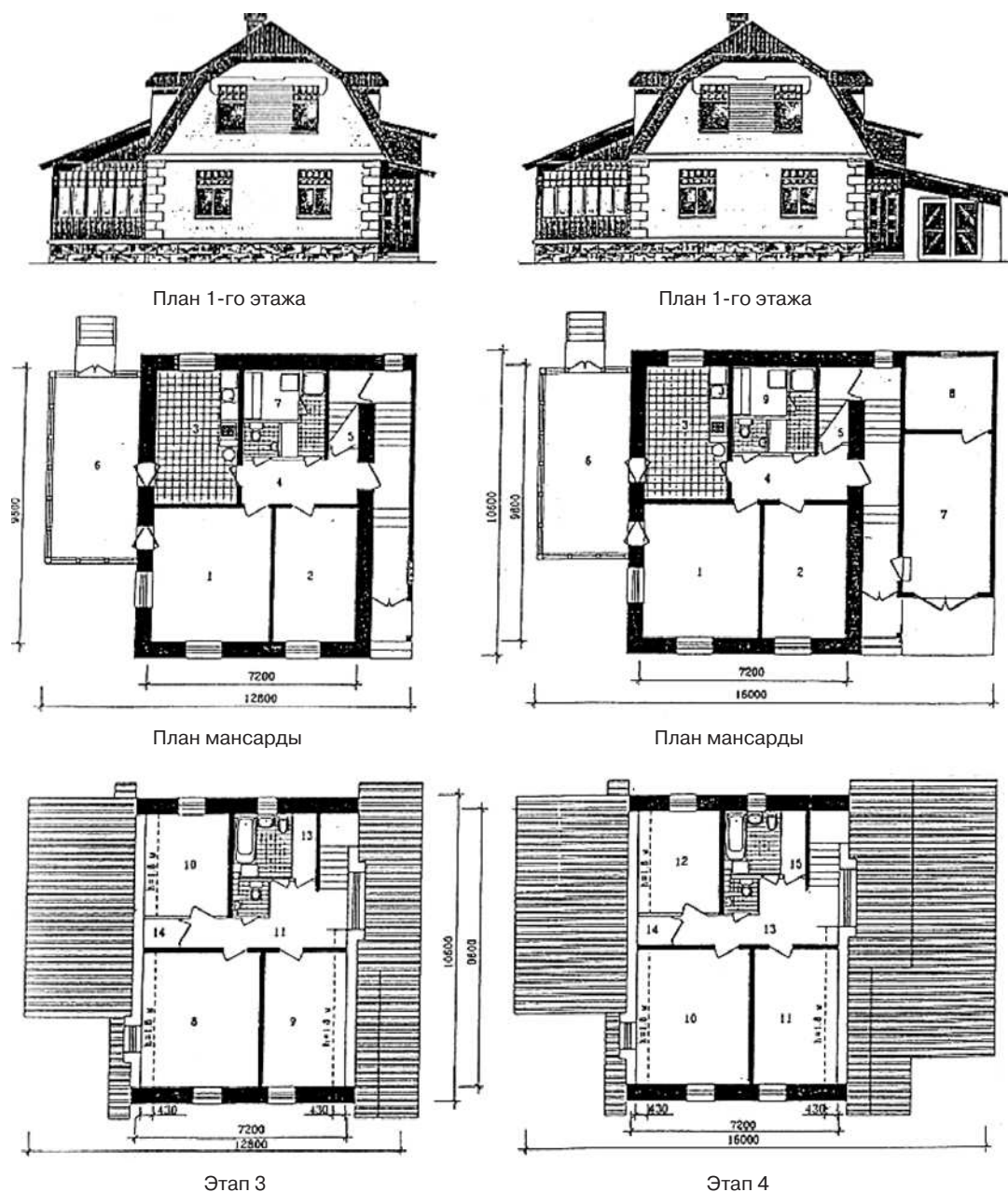


Рис. 2. Схема поэтапного перехода от двухкомнатного к пятикомнатному дому (этапы 3, 4)  
Fig. 2. Scheme of stage-by-stage transition from a two-room to a five-room house (stages 3, 4)

ми и внутренними стенами обеспечиваются в уровне перекрытий при их выполнении из ячеисто-бетонных блоков или армированных ячеисто-бетонных плит.

Стены толщиной 500 мм выкладываются вперевязку ложковыми рядами из блоков размером 599×200 (300) мм. При этом рекомендуется смещение вертикальных швов наружных блоков относительно вертикальных швов внутренних блоков.

Стены толщиной 600 мм выкладываются вперевязку ложковыми и тычковыми рядами из блоков размером 599×249×300 мм.

Внутренние несущие стены, а также стены гаража и тамбура толщиной 200 мм выкладываются из яче-

исто-бетонных блоков размером 599×249×200 мм. Доборные элементы к ячеисто-бетонным блокам не выпускаются, так как они легко пилятся и фрезеруются. Допуски на геометрические размеры ячеисто-бетонных блоков для кладки на клею находятся в пределах ±1 мм.

Изделия из ячеистого бетона, принимаемые в качестве основного материала наружных и внутренних стен и как варианта перекрытий, выпускаются на ряде заводов, например в Самарской, Ленинградской, Липецкой областях.

Схема поэтапного перехода от двухкомнатного к пятикомнатному дому приведена на рис. 1, 2.

Низкая стоимость вариантов растущих усадебных жилых домов обеспечивается за счет относительно невысокой стоимости основного материала – ячеистого бетона, экономичности принятых объемно-планировочных решений и возможности выполнения строительных работ собственными силами без привлечения грузоподъемных механизмов. Дополнительная экономическая эффективность достигается благодаря поэтапному строительству, что сокращает единовременные вложения застройщика. Проведенные исследования [1–4] и разработки показывают, что концепция растущего дома наиболее полно позволяет сочетать планировочные параметры жилых и подсобных помещений, их высокие потребительские качества [6–10], функциональные удобства, комфортность проживания с материальными возможностями и демографическими потребностями застройщика.

#### Список литературы

1. Кобышева Е.В. Полигон для эксперимента: западные градостроительные новации в проектах Вальтера Швагеншайда для советских социалистических городов // *Academia. Архитектура и строительство*. 2017. № 1. С. 85–91.
2. Котова В.К. Устойчивая архитектура дома для нескольких поколений с гибкой планировочной структурой. *Сборник научных трудов по материалам всероссийской научно-практической конференции «Безопасный и комфортный город»*. 2018. С. 36–37.
3. Болотова Ю.В., Ручкина О.И., Кирюхин Н.А. Технология «растущий дом» – одно из направлений развития рынка малоэтажного индивидуального жилья // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика*. 2016. № 2 (22). С. 127–147.
4. Граник Ю.Г. Применение ячеистого бетона в строительстве Российской Федерации // *Строительный рынок*. 2006. № 9–10. С. 10–13.
5. Браунсдорфер И.А., Граник М.Ю. Растущие усадебные дома из ячеистых бетонов // *Жилищное строительство*. 2000. № 8. С. 127–129.
6. Сажин Н.П., Гончарик В.Н., Гарнашевич Г.С. и др. Ячеистый бетон: Теория и практика. Минск: Стринко, 2004. 384 с.
7. Сажин Н.П., Соколовский Л.В., Журавлев И.С., Ткачик П.П. Как построить индивидуальный жилой дом из ячеистого бетона. Минск: Стринко, 1999. 184 с.
8. Габриель И., Ладенер К. Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного дома. СПб., 2011. 470 с.
9. Бокалдерс В., Блок М. Экологические аспекты строительных технологий. Проблемы и решения. М.: АСВ, 2014. 480 с.
10. Семченков А.С., Ухова Т.А. О корректировке равновесной влажности и теплопроводности ячеистого бетона // *Строительные материалы*. 2006. № 6. С. 4–7.

#### References

1. Konyshcheva E.V. Polygon for experiment: Western urban planning innovations in Walter Schwagensheidt's projects for Soviet socialist cities. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo*. 2017. No. 1, pp. 85–91. (In Russian).
2. Kotova V.K. Sustainable architecture of a house for several generations with a flexible planning structure. *Collection of scientific papers based on the materials of the all-Russian scientific and practical conference. "Safe and comfortable city"*. 2018, pp. 36–37. (In Russian).
3. Bolotova Yu.V., Ruchkinova O.I., Kiryukhin N.A. technology "growing house" – one of the directions of development of the market of low-rise individual housing. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika*. 2016. No. 2 (22), pp. 127–147. (In Russian).
4. Granik Yu.G. application of cellular concrete in the construction of the Russian Federation. *Stroitel'nyi rynek*. 2006. No. 9–10, pp. 10–13. (In Russian).
5. Braunsdorfer I.A., Granik M.Yu. Growing manor houses made of cellular concrete. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2000. No. 8, pp. 127–129. (In Russian).
6. Sazhin N.P., Goncharik V.N., Garnashevich G.S. Yacheisty beton: Teoriya i praktika [Cellular concrete: Theory and practice]. Minsk: Strinko. 2004. 384 p.
7. Sazhin N.P., Sokolovsky L.V., Zhuravlev I.S., Tkachik P.P. Kak postroit' individual'nyi zhiloi dom iz yacheistogo betona [How to build an individual residential building from cellular concrete]. Minsk: Strinko. 1999. 184 p.
8. Gabriel I., Laderer K. Rekonstruktsiya zdaniy po standartam energoeffektivnogo doma [Reconstruction of buildings according to energy-efficient house standards]. Saint Petersburg: BHV. 2011. 470 p.
9. Bokalders V., Block M. Ekonomicheskie aspekty stroitel'nykh tekhnologii. Problemy i resheniya [Environmental aspects of construction technologies. Problems and solutions]. Moscow: ASV. 2014. 480 p.
10. Semchenkov A.S., Ukhova T.A. On adjustment of equilibrium humidity and thermal conductivity of cellular concrete. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2006. No. 6, pp. 4–7. (In Russian).

# Как подготовить к публикации научно-техническую статью

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

Необходимыми элементами научно-технической статьи являются:

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

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

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

## НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ:

1. Включать ссылки на федеральные законы, подзаконные акты, ГОСТы, СНИПы и др. нормативную литературу. Упоминание нормативных документов, на которые опирается автор в испытаниях, расчетах или аргументации, лучше делать непосредственно по тексту статьи.
2. Ссылаться на учебные и учебно-методические пособия; статьи в материалах конференций и сборниках трудов, которым не присвоен ISBN и которые не попадают в ведущие библиотеки страны и не индексируются в соответствующих базах.
3. Ссылаться на диссертации и авторефераты диссертаций.
4. Самоцитирование, т. е. ссылки только на собственные публикации автора. Такая практика не только нарушает этические нормы, но и приводит к снижению количественных публикационных показателей автора.

## ОБЯЗАТЕЛЬНО следует:

1. Ссылаться на статьи, опубликованные за последние 2–3 года в ведущих отраслевых научно-технических и научных изданиях, на которые опирается автор в построении аргументации или постановке задачи исследования.
2. Ссылаться на монографии, опубликованные за последние пять лет. Более давние источники также негативно влияют на показатели публикационной активности автора.

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

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

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

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word и сохранен в формате \*.doc или \*.rtf и не должен содержать иллюстраций;
- графический материал (графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.) должен быть выполнен в 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 100 слов на русском и английском языках; подтверждением, что статья предназначена для публикации в журнале «Жилищное строительство», ранее нигде не публиковалась и в настоящее время не передана в другие издания; сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени, должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов. Иллюстративный материал должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, распечатки файлов.

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

**Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте издательства**

<http://rifsm.ru/page/7/>

**или журнала [www.journal-hc.ru/index.php/ru/avtoram](http://www.journal-hc.ru/index.php/ru/avtoram)**



# Журналы издательства СТРОЙМАТЕРИАЛЫ



[www.journal-hc.ru](http://www.journal-hc.ru)  
ISSN 0044-4472

Индекс **70283**



[www.journal-cm.ru](http://www.journal-cm.ru)  
ISSN 0585-430X (Print)  
ISSN 2658-6991 (Online)

Индекс **70886**



[www.rifsm.ru](http://www.rifsm.ru)  
SSN 0005-9889

Индекс **85502**

по объединенному каталогу



«Пресса России»

## На электронную версию можно подписаться

- на сайтах журналов

<https://journal-hc.ru/index.php/ru/podpiska-2021>

<https://journal-cm.ru/index.php/ru/podpiska-2021>

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

- на сайтах наших партнеров:

[elibrary.ru](http://elibrary.ru)

[delpress.ru](http://delpress.ru)

[www.ivis.ru](http://www.ivis.ru)

[www.rucont.ru](http://www.rucont.ru)

## Оформить подписку в редакции можно с любого месяца на любой период

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

## Уважаемые читатели!

2020 г. для всех был трудным, и мы с тревогой ждем 2021 г. Но вне зависимости от развития эпидемической ситуации и социально-экономических сложностей, не остановится научная мысль, продолжится подготовка специалистов высшей квалификации, люди продолжают строить и созидать, а значит будут востребованы строительные материалы. Следовательно, и журналы издательства «Стройматериалы» будут необходимы для профессиональной деятельности.

# Оставайтесь с нами!