



ISSN 0044-4472

8'2018

ЖИЛИЩНОЕ

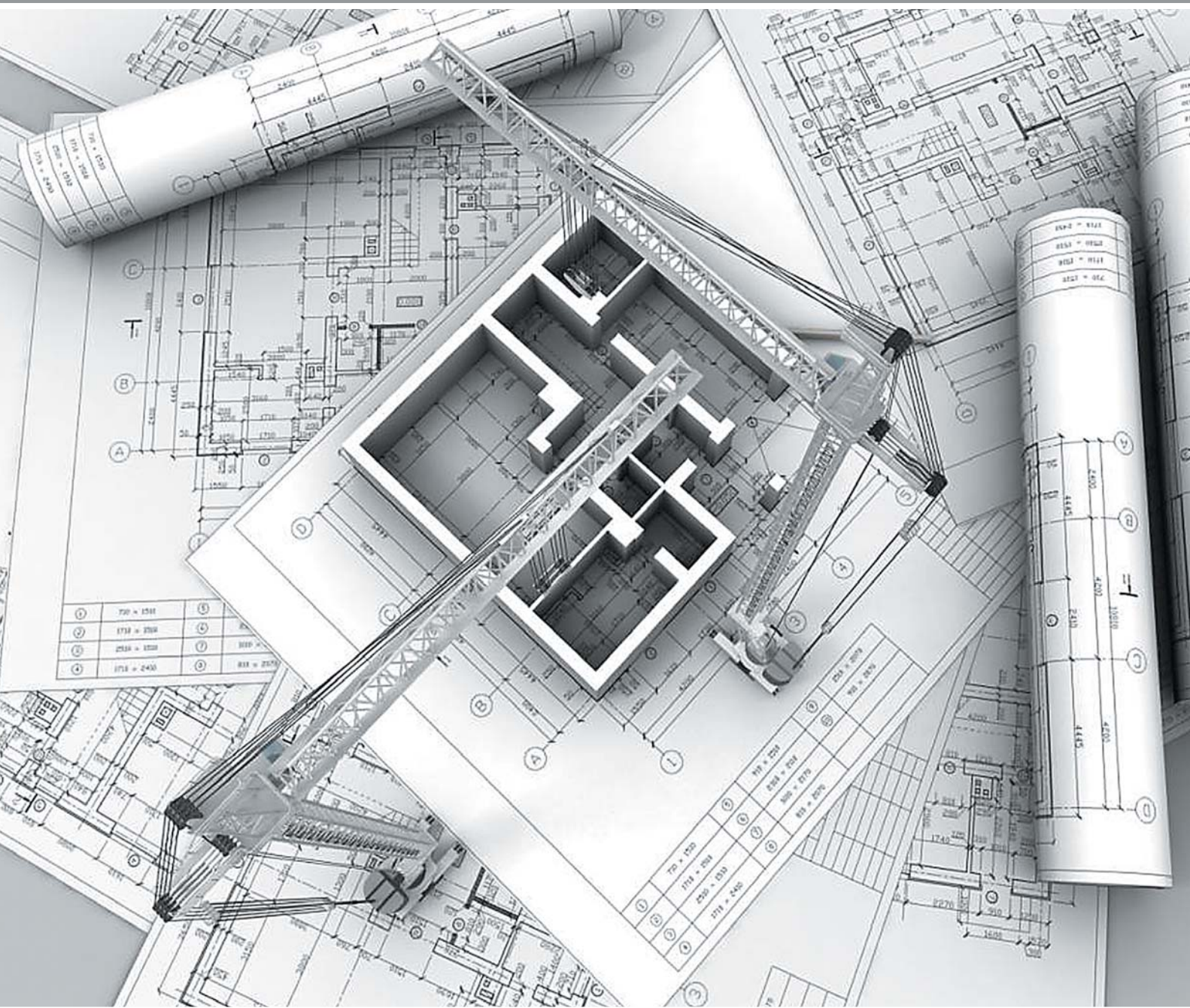
# СТРОИТЕЛЬСТВО

**60 лет с отраслью**

научно-технический и производственный журнал

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

издается с 1958 г.



## Темы номера

- Сохранение архитектурного наследия
- Расчет конструкций
- Градостроительство и архитектура
- Подземное строительство

# BakuBuild

ufi  
Approved  
Event

24-я Азербайджанская  
Международная Выставка  
«Строительство»

23 - 26 октября 2018

Баку Экспо Центр, Баку, Азербайджан

Для дополнительной информации  
[www.bakubuild.az](http://www.bakubuild.az)



[www.fb.com/BakuBuildAzerbaijan](http://www.fb.com/BakuBuildAzerbaijan) #BakuBuildAzerbaijan

Организаторы



Тел. : +99412 404 10 00  
Факс : +99412 404 10 01  
E-mail: [build@iteca.az](mailto:build@iteca.az)

## 22–25 января 2019 | Красноярск

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ В  
XXVII СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ВЫСТАВКЕ  
**СТРОИТЕЛЬСТВО  
АРХИТЕКТУРА**

**ВЕДУЩАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ И ИНТЕРЬЕРНАЯ ВЫСТАВКА  
СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

Совместно с выставкой строительной и складской техники

**«ТехСтройЭкспо. Дороги»**

**Итоги 2018:**

**5 146** посетителей, **3 320** специалистов отрасли,  
**1 700** компаний.

**175** экспонентов из России, Китая, Южной Кореи,  
Беларуси.

Официальная поддержка:



Организатор:



МВДЦ «Сибирь», ул. Авиаторов, 19  
тел.: (391) 200-44-00  
[www.krasfair.ru](http://www.krasfair.ru)

0+

Учредитель журнала  
АО «ЦНИИЭП жилища»

Ежемесячный научно-технический  
и производственный журнал

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

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

### Главный редактор

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

### Редакционный совет:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### Авторы

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

### Редакция

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

### Перепечатка

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

**Редакция не несет  
ответственности за содержание  
рекламы и объявлений.**

# ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

60 лет отрасли

Издается с 1958 г.

8'2018

## Внедрение инновационных технологий

И.Н. ТИХОНОВ, В.П. БЛАЖКО, Г.И. ТИХОНОВ,  
В.А. КАЗАРЯН, М.Б. КРАКОВСКИЙ, О.О. ЦЫБА  
Инновационные решения для эффективного армирования  
железобетонных конструкций. . . . . 3

## Подземное строительство

Н.С. СОКОЛОВ  
Метод выравнивания кренов объектов с большеразмерными фундаментами  
при повышенных нагрузках. . . . . 11

## Результаты научных исследований

И.Л. ШУБИН, А.И. АНТОНОВ, В.И. ЛЕДЕНЕВ  
Оценка влияния отраженной звуковой энергии на шумовой режим  
жилой застройки. . . . . 18

## Информация

Преимущества ПЕНОПЛЭКС® как заполнителя деформационных швов . . . . . 22

## Градостроительство и архитектура

С.А. КИЗИЛОВА  
Возведение мобильных мегаструктур в водной среде:  
преимущества и перспективы. . . . . 24

СЯ ЦИН, И.С. РОДИОНОВСКАЯ  
Системный подход к формированию рекреационно-досуговой среды мегаполиса . . . . . 30

## Расчет конструкций

Н.Д. ДАНИЛОВ, П.А. ФЕДОТОВ, И.А. ДОКТОРОВ  
Определение приведенного термического сопротивления фрагмента  
неоднородной ограждающей конструкции в климатической камере. . . . . 35

## Общие вопросы строительства

А.В. ЗВЯГИНЦЕВА, А.А. ШВЕЦОВА  
Кластерный анализ регионов России по показателям  
жилищно-коммунального хозяйства. . . . . 40

С.В. НОРЕНКОВ, Е.С. КРАШЕНИННИКОВА  
25 лет жилищного проекта Всемирного банка в России:  
архитектоника прогноза выбора по путям опыта . . . . . 44

**Founder of the journal**

AO «TSNIEP zhilishcha»

Monthly scientific-technical  
and industrial journal

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

**Editor-in-chief**

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

**Editorial Board:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**The authors**

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

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

**Reprinting**

and reproduction of articles, promo-  
tional and illustrative materials are  
possible only with the written permis-  
sion of the editor-in-chief.

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

# ZHILISHCHNOE STROITEL'STVO

Published since 1958

**8'2018**

**Introduction of innovative technologies**

I.N. TIKHONOV, V.P. BLAZHKO, G.I. TIKHONOV,  
V.A. KAZARYAN, M.B. KRAKOVSKY, O.O. TSYBA  
Innovative Solutions for Efficient Reinforcement of Reinforced Concrete Structures . . . . . 3

**Underground construction**

N.S. SOKOLOV  
Method of Alignment of Tilts of Objects with Large-Size Foundations  
and Increased Loads on Them . . . . . 11

**Results of scientific research**

I.L. SHUBIN, A.I. ANTONOV, V.I. LEDENEV  
Estimation of Influence of Reflected Sound Energy on the Noise Regime  
of Residential Development . . . . . 18

**Information**

Advantages of PENOPLEX® Heater as Filler for Deformation Seams . . . . . 22

**Town planning and architecture**

S.A. KIZILOVA  
Construction of Mobile Mega-Structures in Aquatic Environment:  
Advantages and Prospects . . . . . 24

XIA QING, I.S. RODIONOVSKAYA  
System Approach to Formation of Recreation-Leisure Environment of Megapolis . . . . . 30

**Structural calculations**

N.D. DANILOV, P.A. FEDOTOV, I.A. DOKTOROV  
Definition of Reduced Thermal Resistance of a Fragment  
of the Non-Uniform Enclosing Structure in the Climatic Chamber . . . . . 35

**General issues of construction**

A.V. ZVIAGINTSEVA, A.A. SHVETSOVA  
Cluster Analysis of Russian Regions According to Indicators of Housing  
and Communal Services . . . . . 40

S.V. NORENKOV, E.S. KRASHENINNIKOVA  
25 Years of Housing Project of the World Bank in Russia: Architectonics of Forecast  
of Choice in Accordance with the Ways of Experience . . . . . 44

УДК 624.012.35

И.Н. ТИХОНОВ<sup>1</sup>, д-р техн. наук (nijhb\_tikhonov@mail.ru), В.П. БЛАЖКО<sup>1</sup>, канд. техн. наук,  
Г.И. ТИХОНОВ<sup>1</sup>, бакалавр архитектуры, В.А. КАЗАРЯН<sup>1</sup>, инженер;  
М.Б. КРАКОВСКИЙ<sup>2</sup>, д-р техн. наук; О.О. ЦЫБА<sup>3</sup>, канд. техн. наук

<sup>1</sup> АО «НИЦ «Строительство» (109428, г. Москва, ул. 2-я Институтская, 6)

<sup>2</sup> ЗАО НПКТБ «ОПТИМИЗАЦИЯ» (109428, г. Москва, ул. Михайлова, 36/38)

<sup>3</sup> Росстандарт, ТК 375 «Металлопродукция из черных металлов и сплавов»,

ПК 4 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций» (105005, г. Москва, ул. Радио, 23/9, стр. 2)

## Инновационные решения для эффективного армирования железобетонных конструкций

*Приведены результаты сопоставительных расчетов длины анкеровки и нахлестки арматурных стержней, а также изгибаемых железобетонных элементов по СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003» и СНиП 2.03.01-84\* «Бетонные и железобетонные конструкции». Установлена необходимость увеличения армирования (до 40%) из-за измененных методов расчета в новом СП 63.13330.2012 по причине массового использования в строительстве в настоящее время арматуры с двухсторонним серповидным (европейским) профилем взамен арматуры с кольцевым профилем по ГОСТ 5781-82 «Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций», применяемой ранее и имеющей лучшее сцепление с бетоном. Внедрение в массовое строительство новой эффективной арматуры с четырехсторонним (четырехрядным) периодическим (в том числе винтовым) профилем поверхности, разработанным в России, позволит обеспечить высокую эффективность проектирования и строительства из железобетона, а также повысить конкурентоспособность и экспортные возможности отечественного арматурного проката.*

**Ключевые слова:** анкеровка, арматурный прокат, изгибаемые железобетонные элементы, массовое строительство, двухсторонний профиль, четырехсторонний периодический профиль, армирование, эффективное проектирование, конкурентоспособность, инновации.

**Для цитирования:** Тихонов И.Н., Блажко В.П., Тихонов Г.И., Казарян В.А., Краковский М.Б., Цыба О.О. Инновационные решения для эффективного армирования железобетонных конструкций // *Жилищное строительство*. 2018. № 8. С. 3–10.

I.N. TIKHONOV<sup>1</sup>, Doctor of Sciences (Engineering), (nijhb\_tikhonov@mail.ru), V.P. BLAZHKO<sup>1</sup>, Candidate of Sciences (Engineering),  
G.I. TIKHONOV<sup>1</sup>, Bachelor of Architecture, V.A. KAZARYAN<sup>1</sup>, Engineer;

M.B. KRAKOVSKY<sup>2</sup>, Doctor of Sciences (Engineering); O.O. TSYBA<sup>3</sup>, Candidate of Sciences (Engineering)

<sup>1</sup> JSC “Research Center of Construction” (6, 2nd Institutskaya Street, Moscow, 109428, Russian Federation)

<sup>2</sup> ZAO NPKTB “OPTIMIZATSIYA” (36/38, Mikhailova Street, Moscow, 109428, Russian Federation)

<sup>3</sup> ROSSTANDARD, TK 375 “Steel Products of Ferrous Metals and Alloys”, PK 4 “Rolled Reinforcement for Reinforced Concrete Structures” (23/9, bldg. 2, Radio Street, Moscow, 105005, Russian Federation)

### Innovative Solutions for Efficient Reinforcement of Reinforced Concrete Structures

The results of comparative calculations of the length of anchoring and overlapping of rebars as well as bending reinforced concrete elements according to SP 63.13330.2012 “Concrete and reinforced concrete structures. Actualized edition of SNiP 52-01-2003” and SNiP 2.03.01-84 “Concrete and reinforced concrete structures” are presented. The necessity to increase the reinforcement (up to 40%) due to the changed methods of calculation in a new SP 63.13330.2012 as a result of the mass use, at present, of reinforcement with a double-side crescent (European) profile instead of the reinforcement with ring profile according to GOST 5781-82 “Hot-rolled steel for reinforcing reinforced concrete structures” previously used and having a better adhesion to concrete, is established. The introduction of new efficient reinforcement with four-sided (four row) periodic (screw including) surface profile developed in Russia into mass construction makes it possible to ensure high efficiency of design and construction from reinforced concrete as well as improve the competitiveness and export opportunities of domestic reinforcing bars.

**Keywords:** anchoring, reinforcing bar, bending reinforced concrete elements, mass construction, two-sided profile, four-sided profile, periodic profile, reinforcing, efficient design, competitiveness, innovations.

**For citation:** Tikhonov I.N., Blazhko V.P., Tikhonov G.I., Kazaryan V.A., Krakovsky M.B., Tsyba O.O. Innovative solutions for efficient reinforcement of reinforced concrete structures. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 8, pp. 3–10. (In Russian).

Железобетон состоит из двух основных компонентов – бетона и арматуры.

Стоимость этих составляющих в кубическом метре железобетонных конструкций в настоящее время примерно одинакова. Следовательно, уменьшение армирования приведет к значительному снижению стоимости железобетона и строительства в целом.

Наиболее эффективным путем снижения армирования является применение арматуры с высокой прочностью.

В последнее время в НИИЖБ им. А.А. Гвоздева с целью снижения армирования ненапряженного железобетона выполнялись исследования по оценке эффективности использования арматуры классов А500, А600 и В500 в сжатых и изгибаемых элементах взамен арматуры класса

A400 (A-III), массово применяемой ранее при проектировании по СНиП 2.03.01–84\* «Бетонные и железобетонные конструкции» и СНиП 52-1–2003 «Бетонные и железобетонные конструкции» и его актуализированной редакции СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции». В актуализированную редакцию СНиП 52-01–2003» введены для проектирования механические характеристики арматуры классов А500, А600 и В500.

В настоящее время практически все железобетонные конструкции гражданского и промышленного строительства проектируются по СП 63.13330.2012 и производятся с использованием арматуры класса А500 вместо А400, что дает снижение армирования в сжатых элементах до 20%.

Результаты расчетов изгибаемых элементов по старому СНиПу и новому СП показывают, что в обоих случаях переход с использования арматуры класса А400 на А500 с целью уменьшения расхода арматуры целесообразен (табл. 1), однако эффективность замены по расчетам СП 63.13330.2012 несколько ниже. Так, в приведенных примерах № 1, 2 и 4 эффективность замены А400 на А500 по старому СНиП – составила соответственно 14,2, 38 и 11,3%, а по новому СП – 11, 20 и 11,3%.

В рассмотренных достаточно простых примерах № 1, 2 и 4, в которых расчет прочности по новому СП выполнялся по деформационной модели, а по старому СНиПу – по предельным усилиям, армирование, необходимое для обеспечения несущей способности, было практически одинаковым.

Однако в примерах № 1 и 4 при расчетах по новому СП оказалось, что армирования, определенного по прочности, не достаточно для выполнения условий по предельной ширине раскрытия трещин. Для выполнения этого условия потребовалось дополнительное армирование, что и объясняет снижение в этом случае эффективности замены арматуры класса А400 на А500С.

По приведенным результатам расчета видно, что для выполнения требований по предельной ширине раскрытия трещин по СП 63.13330.2012 следует увеличить армирование относительно СНиП 2.03.01–84\* при арматуре класса А400 и А500 соответственно в примере № 1 на 31 и 36%, в примере № 4 на 13 и 12,7%, в примере № 2 только при армировании классом А500С на 29%.

В табл. 2 показаны результаты сопоставления расчетов, касающихся анкерующей способности арматуры. В приведенных случаях видно, что выполнение требований нового СП приводит к увеличению длины анкеровки и нахлестки стержней относительно СНиП 2.03.01–84\* на 26–50%.

Полученные результаты можно объяснить принятой новой методикой расчета для определения ширины раскрытия трещин и длины анкеровки и нахлестки арматуры в СП 63.13330.2012.

Новые расчетные предложения были сделаны с целью обеспечения необходимой безопасности проектирования и унификации отечественных норм с евро нормами в результате перехода металлургической промышленности России, в основном из-за требований экспортных поставок, на производство арматурного проката с так называемым двухсторонним серповидным (европейским) профилем поверхности.

По материалам, приведенным в табл. 2, видно, что даже увеличенные по СП 63.13330.2012 длины анкеровки и нахлестки стержней ниже полученных по требованиям EN на 11,1 и 28,8% соответственно. Это говорит о недостаточной

надежности результатов расчета по СП и необходимости принятия специальных технических решений.

Экспериментальными исследованиями, выполненными в НИИЖБ им. А.А. Гвоздева и в других отечественных и зарубежных организациях, убедительно подтверждена более низкая эффективность сцепления «европейской» арматуры относительно отечественной арматуры с кольцевым профилем по ГОСТ 5781–82 «Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций», используемой в опытах для обоснования положений СНиП 2.03.01–84\* (рис. 1, а–б) [1–8].

Таким образом, в результате внесенных изменений в новый СП 63.13330.2012 эффективность применения арматуры класса А500, а тем более класса А600, значительно снизилась (табл. 1), что не способствует их массовому использованию при производстве железобетонных конструкций.

Есть два пути повышения эффективности применения арматуры классов А500 и А600.

**Первый** – это внесение в нормы увеличенной допускаемой ширины раскрытия трещин, которое возможно только при увеличении коррозионной стойкости арматуры путем введения в химический состав дорогостоящих добавок (марганца, необия, ванадия, титана и т. п.).

Удорожание арматуры в этом случае не компенсируется за счет уменьшения армирования. При этом прогибы конструкции при эксплуатационных нагрузках еще более увеличиваются и могут значительно превысить допускаемые величины.

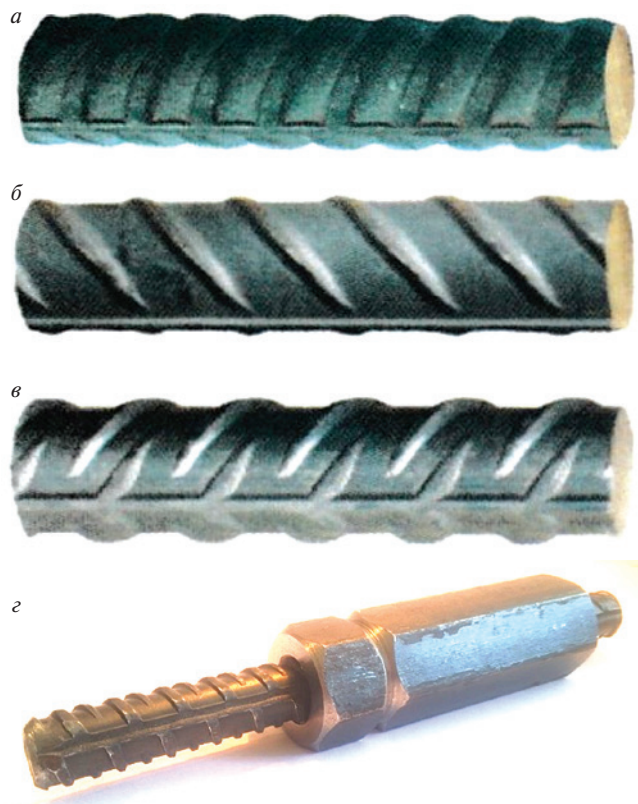


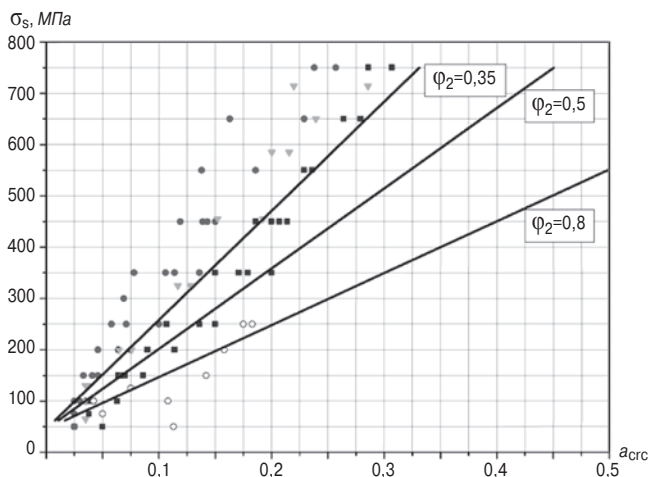
Рис. 1. Основные типы периодического профиля: а – кольцевой (ГОСТ 5781–82)  $f_R \geq 0,10$  (не нормируется); б – двухсторонний серповидный (СТО АСЧМ 7-93 «Прокат арматурный периодического профиля»)  $f_R \geq 0,056$ ; в – четырехсторонний серповидный (ТУ 14-1-5526–2006 «Прокат арматурный класса А500СП с эффективным периодическим профилем»)  $f_R \geq 0,075$ ; г – универсальный профиль (ТУ 0950-007-83936644–2018)

Таблица 1

Сравнительный анализ результатов расчетов железобетонных элементов по СНиП 2.03.01–84 и СП63.13330.2013 по прочности, раскрытию трещин и деформациям<sup>1</sup>

Описание конструкции	СНиП 2.03.01–84 (старый)				СП 63.13330.2013 (новый)				Эффективность армирования по новому СП относительно старого СНиП Э, %
	Армирование по прочности	Эффективность Э, %	Трещины, мм	Деформации, мм	Армирование по прочности	Эффективность Э, %	Трещины, мм	Деформации, мм	
1. Пример № 54, с. 127. Пособие к СНиП 2.03.01–84. Балка h=300 мм; b=1150 мм; a=42 мм Пролет L=4,20 м Бетон В15, твердение естественное. Все нагрузки M=67 кНм; постоянные+длительные M=63 кНм	6∅14A400, A <sub>s</sub> =923 мм <sup>2</sup> 7∅12A500C, A <sub>s</sub> =792 мм <sup>2</sup>	(923–792)*100/923=14,2%	0,261<0,3 0,3≈0,3	17,7<21 20<21	6∅14A400, A <sub>s</sub> =923 мм <sup>2</sup> 6∅16A400, A <sub>s</sub> =1206 мм <sup>2</sup> 7∅14 A500C, A <sub>s</sub> =1077 мм <sup>2</sup>	(1206–1077)*100/1206=11%	0,363>0,3 0,275<0,3 0,3≈0,3	16,5<21 13,7<21 14,8<21	– (923–1206)*100/923=–31% (792–1077)*100/792=–36%
2. Пример № 58. Пособие к СНиП 2.03.01–84. Балка h=600 мм; b=200 мм; a=80 мм; пролет L=4,8 м Бетон В25, твердение естественное. Все нагрузки q <sub>1</sub> =85,5 кН/м; постоянные+длительные q <sub>2</sub> =64 кН/м	4∅28A400, A <sub>s</sub> =2463 мм <sup>2</sup> 4∅22A500C, A <sub>s</sub> =1520 мм <sup>2</sup>	(2463–1520)*100/2463=38%	0,102<0,3 0,212<0,3	18<24 23<24	4∅28A400, A <sub>s</sub> =2463 мм <sup>2</sup> 4∅25A500C, A <sub>s</sub> =1964 мм <sup>2</sup> 4∅22 A500СП, A <sub>s</sub> =1520 мм <sup>2</sup>	(2463–1964)*100/2463=20%	0,216<0,3 0,278<0,3	12<24 13,1<24	0 (1520–1964)*100/1520=–29%
3. Пример № 57. Пособие к СНиП 2.03.01–84. Плита h=120 мм; b=1000 мм; a=15 мм; пролет L=3100 мм Бетон В25; твердение естественное. Все нагрузки q <sub>1</sub> =7 кН/м; постоянные+длительные q <sub>2</sub> =6 кН/м	5∅8 A400, A <sub>s</sub> =251 мм <sup>2</sup>		0,001<0,3	12<15	5∅8A400, A <sub>s</sub> =251 мм <sup>2</sup> 5∅7,5 B500, A <sub>s</sub> =221 мм <sup>2</sup>	(251–221)*100/251=12%	0,007<0,3 0,006<0,3	13,7<15 13,8<15	0 –
4. Ригель h=500 мм; b=400 мм; a=50 мм; пролет L=6 м. Бетон В25, твердение естественное. Все нагрузки q <sub>1</sub> =48 кН/м; постоянные+длительные q <sub>2</sub> =43кН/м	4∅25A400, A <sub>s</sub> =1964 мм <sup>2</sup> 2∅25+2∅22, A500C, A <sub>s</sub> =1742 мм <sup>2</sup>	(1964–1742)*100/1964=11%	0,252<0,3 0,29<0,3	28<30 30=30	4∅25A400 2∅28+2∅25 A400, A <sub>s</sub> =2214 мм <sup>2</sup> 4∅25 A500C, A <sub>s</sub> =1964 мм <sup>2</sup>	(2214–1964)*100/2214=11%	0,316>0,3 0,278<0,3 – 0,3≈0,3	22<30 21<30 – 22<30	– (1964–2214)*100/1964=–13% – (1742–1964)*100/1742=–12,7%
					4∅22 A500СП, A <sub>s</sub> =1520 мм <sup>2</sup>	(2214–1520)*100/2214=31%	0,3≈0,3	26<30	(1742–1520)*100/1742=–12,7%

<sup>1</sup> Расчеты, приведенные в таблице выполнены с помощью программы «ОМ СНиП Железобетон».



**Рис. 2.** Средняя ширина раскрытия трещин в бетоне образцов, армированных стержнями с различным периодическим профилем, при центральном растяжении [6]: ■ – с серповидным профилем ( $f_R=0,057$ ); ● – с четырехсторонним профилем ( $f_R=0,075$ ); ▼ – с кольцевым профилем ( $f_R=0,12$ ); ○ – с гладким профилем; — — по СП 52-101-2003 с учетом коэффициента  $\varphi_2$

**Второй** – это увеличение эффективности сцепления арматуры с бетоном за счет изменения профиля ее поверхности. Эффективность этого пути установлена исследованиями НИИЖБ, выполненными еще под руководством А.А. Гвоздева, а также в более позднее время [1, 3, 5, 6, 8].

В 2003–2004 гг. в НИИЖБ им. А.А. Гвоздева был разработан профиль с условным названием «четырёхсторонний (четырёхрядный) серповидный» (рис. 1, в), который объединил в себе положительные особенности как кольцевого, так и двухстороннего серповидного профилей и имеет оценочные показатели по эффективности сцепления с бе-

тоном даже более высокие, чем у всех профилей известных видов [5, 6, 8].

До настоящего времени влияние вида профиля и его геометрических характеристик ( $f_R$ ) на поведение сцепления с бетоном после достижения пластических деформаций в арматуре очень мало исследовано [9].

Выполненные в НИИЖБ исследования выявили способность при вытягивании из бетона стержней класса прочности А500СП с новым четырехсторонним серповидным профилем сохранять прочность сцепления даже при очень больших (до 10%) пластических деформациях стержней при растягивающих напряжениях на уровне и выше предела текучести. Экспериментально установлено, что данный показатель в 4–5 раз выше аналогичных показателей у двухстороннего и кольцевого профилей, что дает основание сделать вывод о низкой распорности четырехстороннего серповидного профиля арматуры и его высокой энергоёмкости сцепления с бетоном.

Данный показатель во многом обеспечивает стойкость конструкций зданий и сооружений против прогрессирующего обрушения в условиях запредельной (катастрофической) стадии сопротивления внешним воздействиям, так как способствует более надежной работе анкерирующих участков и нахлесточных соединений арматуры, а также перераспределению усилий в статически неопределимых системах и диссипации (рассеянию) энергии при однократном кратковременном и циклическом динамическом нагружении [10].

Арматура класса А500СП с четырехсторонним серповидным профилем с 2005 г. массово производится «Евраз ЗСМК» по ТУ 14-1-5526-2006 и применяется в строительстве по СТО 36554501-005-2006\* «Применение арматуры класса А500СП в железобетонных конструкциях».

**Выборочные результаты сопоставительного анализа рекомендаций нормативных документов для сочетания: бетон В25; арматура А500; растянутые стержни; нагрузки продолжительного действия**

**Таблица 2**

Вид расчета	СНиП 2.03.01-84*	СП 52-101-2003	EN 1992-1-1	СП 52-101-2003 в сравнении с СНиП 2.03.01-84* (по основным значениям)	EN 1992-1-1 в сравнении с СНиП 2.03.01-84* (по основным значениям)
Требуемая расчетная длина анкеровки	$l_{an}=[\omega_{an}(R_s/R_b+\Delta\lambda_{an})]d_s=512\text{ мм}=32d_s$ ; при $\omega_{an}=0,7$ ; $\Delta\lambda_{an}=11$ (для растянутой арматуры в растянутом бетоне). Не менее <b>20d<sub>s</sub></b> , или <b>250 мм</b>	Базовое (основное) значение $l_{an}=\alpha[(R_s A_s)/(R_{bond} u_s)]=663\text{ мм}=41,4d_s$ ; при $\alpha=1$ (для растянутой арматуры). Не менее <b>15d<sub>s</sub></b> ; <b>200 мм</b> ; <b>0,3 l<sub>o,an</sub></b>	Базовое (основное) значение $l_{b,req}=(\varnothing/4)(\sigma_{sd}/f_{bd})=46d_s$ ; но не менее <b>10d<sub>s</sub></b> , или <b>100 мм</b> (при благоприятных условиях бетонирования)	<b>+29%</b>	<b>+44%</b>
Длина перепуска в соединениях внахлестку	$l_{an}=[\omega_{an}(R_s/R_b+\Delta\lambda_{an})]d_s=608\text{ мм}=38d_s$ ; при $\omega_{an}=0,9$ ; $\Delta\lambda_{an}=11$ (в растянутом бетоне). Не менее <b>20d<sub>s</sub></b> , или <b>250 мм</b>	Базовое (основное) значение $l_l=\alpha[(R_s A_s)/(R_{bond} u_s)]=796\text{ мм}=49,7d_s$ ; при $\alpha=1,2$ (для растянутой арматуры). Не менее <b>20d<sub>s</sub></b> ; <b>250 мм</b> ; <b>0,4 l<sub>o,an</sub></b>	Базовое (основное) значение $l_b=\alpha_1 \dots \alpha_6 l_{b,req}=64d_s$ ; но не менее <b>15d<sub>s</sub></b> , или <b>200 мм</b> (при благоприятных условиях бетонирования)	<b>+31%</b>	<b>+68%</b>
Длина запуска растянутых стержней за внутреннюю грань свободной опоры	$l_a > 5d_s$ , при $Q_{max} < Q_b$ , иначе $l_a > 10d_s$	$l_a > 5d_s$ , при $Q < Q_b$ , иначе $l_a > l_{an}$ , но не менее <b>15d<sub>s</sub></b> , или <b>200 мм</b>	–	<b>+50%</b>	–
Длина нормальных анкеров закладных деталей	$l_{an}=[\omega_{an}(R_s/R_b+\Delta\lambda_{an})]d_s=(23-32)d_s$ ; (при $\omega_{an}=0,5$ , $\Delta\lambda_{an}=8$ для анкеров в умеренно сжатом на 0,25–0,75% бетоне и $\omega_{an}=0,7$ ; $\Delta\lambda_{an}=11$ для растянутых анкеров в растянутом бетоне)	Базовое (основное) значение для растянутых анкеров $l_{an}=\alpha[(R_s A_s)/(R_{bond} u_s)]=\mathbf{(29-41,4)d_s}$ ; ( $\alpha=0,7$ при допустимом уменьшении длины анкеров в зависимости от поперечной арматуры, сосредоточенных анкеров и поперечного обжатия; в других случаях $\alpha=1$ )	–	<b>26%</b>	–



Объем произведенной арматуры класса А500СП превысил к 2018 г. 3,5 млн т.

Экспериментальные исследования и многолетний опыт эксплуатации железобетонных конструкций с использованием арматуры класса А500СП позволили дать высокую оценку их трещиностойкости и деформативности [5, 6].

В действующих СП 63.13330.2012 ширина раскрытия трещин определяется из уравнения:

$$\alpha_{cr} = \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \varphi_s \frac{\sigma_s}{E_s} l_s. \quad (1)$$

В этом выражении коэффициент  $\varphi_2$  учитывает влияние профиля арматуры на величину раскрытия трещин в бетоне и принимается равным  $\varphi_2=0,5$  для арматуры периодического профиля и  $\varphi_2=0,8$  для гладкой арматуры.

На основании результатов многочисленных исследований установлено, что для арматуры с четырехсторонним профилем класса А500СП ( $f_R \geq 0,075$ ) коэффициент  $\varphi_2$  можно принимать равным 0,35 (рис. 2). Это было учтено в СТО 36554501-005–2006\* в формуле для расчета ширины раскрытия трещин.

Результаты расчета железобетонных конструкций с использованием арматуры класса А500СП и выполнением требований СТО 36554501-005–2006\* приведены в табл. 1. Эффективность применения арматуры класса прочности А500СП взамен А400 и А500С очевидна.

Установленные преимущества арматуры класса А500СП позволили рекомендовать ее в СТО 365545501-016–2009

«Строительство в сейсмических районах» для предпочтительного использования в сейсмостойком строительстве. Арматура класса А500СП применялась при проектировании и строительстве олимпийских объектов и реконструкции морского порта г. Сочи, в высотном монолитном и сборном строительстве Москвы, Санкт-Петербурга, городов Поволжья, Сибири, Дальнего Востока, Астаны и Алматы (Казахстан), а также стартового комплекса космодрома «Восточный», атомной электростанции «Воронежская» и многих других объектов промышленного и гражданского строительства России.

Переработка более 26 типовых проектов сборных железобетонных конструкций, а также серии панельных домов И-155 и каркасных зданий 1.020 и ИИ-04 с заменой арматуры А400 на А500СП позволила обеспечить экономию арматуры от 5 до 25%.

В то же время конструкция четырехстороннего серповидного профиля арматуры класса А500СП не позволяет повысить ее динамические характеристики из-за наличия продольных ребер и пересечений их с половиной поперечных ребер (рис. 1, в).

Для решения данного вопроса была разработана новая модификация конструкции четырехстороннего серповидного профиля, позволившая исключить продольные ребра арматуры и осуществить прерывистое равномерное по поверхности, четырехстороннее и спиралеобразное расположение серповидных поперечных ребер, теоретически обоснованное как оптимальное в работе [11] (рис. 1, г).

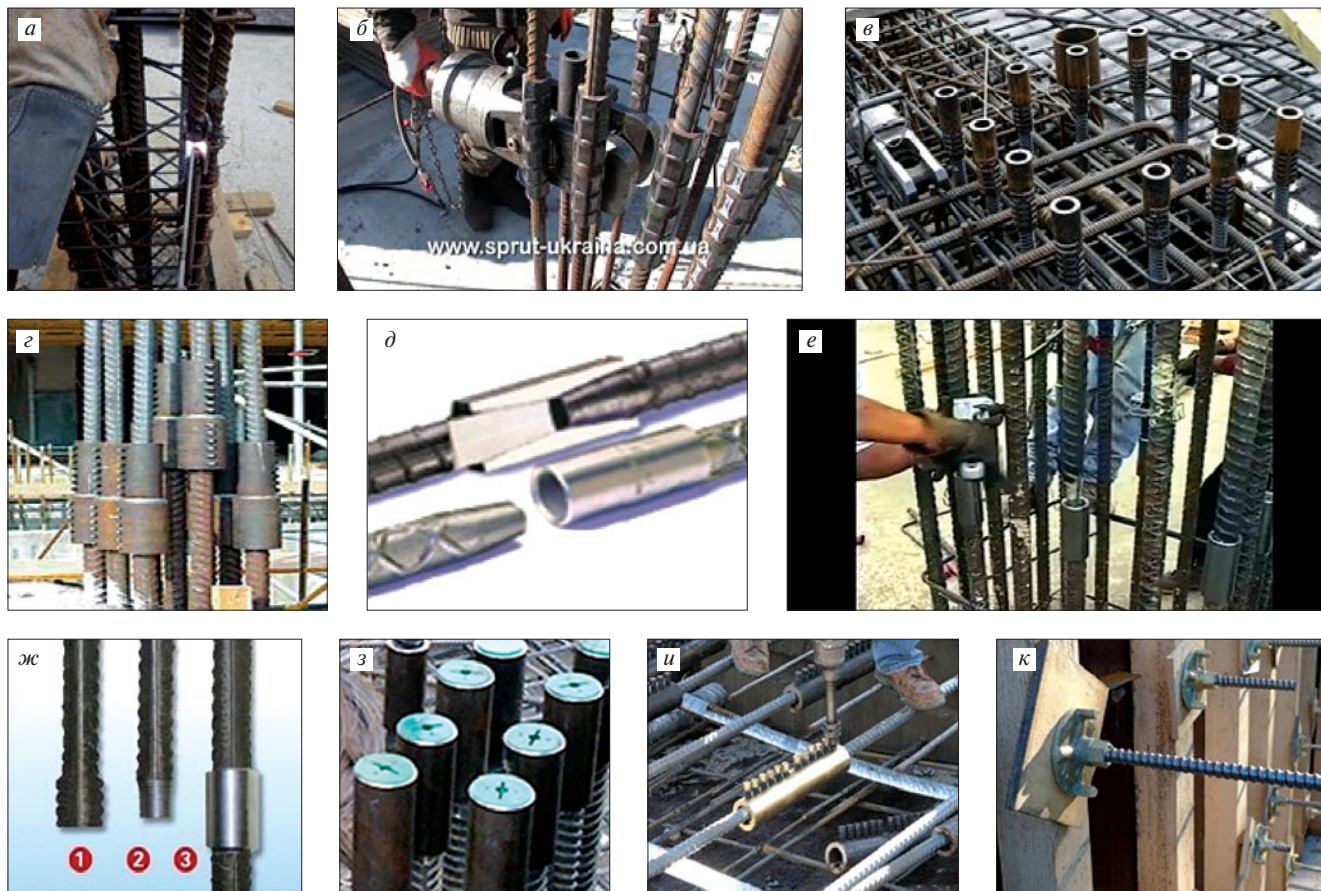


Рис. 3. Виды соединений арматурных стержней: а — сварные соединения с несъемными накладками; б, в, г — обжимные муфтовые соединения; д, е, з — резьбовые муфтовые соединения; и — контактные муфтовые соединения; к — анкерные соединения крепежа щитов опалубки

Таблица 3

Стоимость стыков внахлестку из арматуры А500С и с применением муфт и арматуры Ав500П, р.

Диаметры арматуры, мм	22	25	28	32	36	40	Тип соединения
Количество стыков на 10 т, шт.	484	368	289	216	163	129	
Стоимость одного стыка, р.	110	160	230	340	540	730	А500С, нахлест
	110	110	110	200	200	220	Ав500П, муфты
Суммарная стоимость стыков, р., при цене на А500С и Ав500П 40 тыс. р./т	53240	58880	66470	73440	88020	94170	А500С, нахлест
	53240	40480	31800	43200	32600	28380	Ав500П, муфты
<b>Разница в стоимости, р.</b>		<b>18400</b>	<b>34670</b>	<b>30240</b>	<b>55420</b>	<b>65790</b>	
Стоимость стыков, р., при цене на А500С 40 тыс. р./т, на Ав500П 42 тыс. р./т	53240	58880	66470	73440	88020	94170	А500С, нахлест
	73240	60480	51800	63200	52600	48380	Ав500П, муфты
<b>Разница в стоимости, р.</b>			<b>14670</b>	<b>10240</b>	<b>35420</b>	<b>45790</b>	
Стоимость стыков, р., при цене на А500С 40 тыс. р./т, на Ав500П 44 тыс. р./т	53240	58880	66470	73440	88020	94170	А500С, нахлест
	93240	80480	71800	83200	72600	68380	Ав500П, муфты
<b>Разница в стоимости, р.</b>					<b>15420</b>	<b>25790</b>	

\* Длина нахлеста принята по СП 63.13330.2012.  
\*\* Размеры соединительных муфт приняты в соответствии с ТУ 0950-007083936644-2018, стоимость муфт по материалу принята равной стоимости проката 54 тыс. р./т, стоимость работ по изготовлению муфт – равной стоимости материала.

Таблица 4

Замена растянутой и сжатой рабочей арматуры классов А400С и А400 (А-III) на арматуру класса В500 без перепроектирования железобетонных конструкций\*

Заменяемая арматура класса А400				Предлагаемая арматура класса В500				$\frac{A_{s1}-A_{s2}}{A_{s1}} \cdot 100\%, \%$
Номинальный диаметр $d_{н1}$ , мм	Номинальная площадь поперечного сечения $A_{s1}$ , мм <sup>2</sup>	Расчетное сопротивление при растяжении $R_{s1}$ и сжатии $R_{sc1}$ , МПа	$R_{s1} \cdot A_{s1}$ , кН	Номинальный диаметр $d_{н2}$ , мм	Номинальная площадь поперечного сечения $A_{s2}$ , мм <sup>2</sup>	Расчетное сопротивление при растяжении $R_{s2}$ и сжатии $R_{sc2}$ , МПа	$R_{s2} \cdot A_{s2} / R_{sc2} \cdot A_{s2}$ , кН	
6	28,3	355	10,05	5,5	23,8	435/415	10,35/9,88	15,9/-
8	50,3	—»—	17,86	7,5	44,2	—»—	19,23/18,34	12,1**
10	78,5	365	28,65	9,5	70,85	—»—	30,82/29,4	19**
12	113,1	—»—	41,28	11	95	—»—	41,32/39,43	16/-
				11,5	103,82			
14	158,9	—»—	58	13	132,67	—»—	57,71/55,06	13,8/-
				13,5	143,07			
16	201,1	—»—	73,4	15	176,63	—»—	76,83/73,3	12,2**

\* Для железобетонных конструкций, армирование которых определено при расчете по первой группе предельных состояний.  
\*\* Эффективность применения арматуры класса В500 по СП 63.13330.2013 при растяжении и сжатии одинакова.

Одним из преимуществ данной конструкции профиля арматуры, значительно упрощающим внедрение, является возможность ее прокатки по традиционной двухвалковой технологии.

При прокатке этого вида арматуры в обычных чистовых клетях без синхронизации валков ее себестоимость не будет превышать себестоимости обычного проката. Когда выполняется синхронизация валков, новая конструкция четырехстороннего профиля позволяет образовать поперечными ребрами на поверхности стержня двухзаходную винтовую резьбу и таким образом обеспечить производство винтового арматурного проката новой модификации. В этом случае себестоимость арматуры может несколько увеличиться, но также значительно увеличивается и ее рыночная стоимость из-за дополнительных потребительских качеств, присущих винтовой арматуре.

Ожидается, что новый арматурный прокат будет успешно конкурировать со всеми известными видами обычного и винтового арматурного проката, так как:

1. Изготавливается по традиционной технологии двухвалковой прокатки с возможностью производства на одних валках обычной и винтовой арматуры.

2. Обладает улучшенным сцеплением с бетоном в эксплуатационной и запредельной стадиях сопротивления внешним воздействиям, в том числе сейсмическом, из-за низкой распорности, присущей арматуре с четырехсторонним серповидным профилем, и высокого Критерия Рема ( $f_R \geq 0,07$ ), что позволяет обеспечить выполнение требований второго предельного состояния СНиПа по ширине раскрытия трещин и прогибам для железобетонных конструкций с арматурой классов прочности А500 и А600.

3. Имеет более высокую выносливость при импульсивных динамических нагрузках чем, известные виды арматуры, в результате спиралеобразного, прерывистого и равномерного расположения серповидных поперечных ребер по поверхности стержня, а также отсутствия продольных ребер.

4. Универсален, так как может быть эффективно применен для армирования всех видов ненапряженного и напряженного железобетона, в том числе с заменой нахлесточных, сварных, а также известных бессварных механических (муфтовых) обжимных и резьбовых соединений, используемых в строительстве и в областях традиционного применения винтовой арматуры (грунтовые анкера, тяжи, крепеж опалубки и т. п.) (рис. 3).

5. Обладает всеми признаками инновационной разработки, отвечающей современным требованиям Правительства РФ к отечественному промышленному комплексу по развитию передовых прорывных технологий и материалов для повышения эффективности народного хозяйства, импортозамещения и улучшения экспортных возможностей отечественного продукта.

6. Отвечает основным требованиям отечественных и зарубежных нормативных стандартов, а также рекомендациям теоретических и практических научных разработок и исследований в данной области.

Опытные партии арматуры с новым профилем, прокатанные на Тульском металлопрокатном заводе и «ЕВРАЗ ЗСМК» г. Новокузнецка, позволили сделать заключение о технологичности ее производства на стандартном прокатном оборудовании.

Результатом сертификационных испытаний арматуры класса прочности 500 МПа с новым профилем (Ав500П) позволили высоко оценить ее технические характеристики и подтвердить возможность эффективного использования в качестве обычной и винтовой арматуры. Арматура с новым профилем класса Ав500П успешно выдержала испытания на выносливость по стандартной методике, что позволяет рекомендовать ее для широкомасштабного использования в железобетонных конструкциях, эксплуатируемых при динамических воздействиях.

Новый арматурный прокат способен обеспечить импортозамещение на внутреннем рынке и составить конкуренцию на внешних рынках дорогостоящей винтовой арматуре фирмы «Diwidag» (рис. 3, κ).

Он найдет массовое применение в любых обычных и предварительно напряженных железобетонных конструкциях с целью обеспечения их повышенной безопасности и получения большого технологического и экономического эффекта, в том числе на объектах высотного, атомно-энергетического, транспортного, оборонного и сейсмостойкого строительства, а также везде, где рекомендуется использование винтовой арматуры и механических муфтовых соединений стержней вместо сварных и нахлесточных.

Массовое производство и применение нового арматурного проката с четырехсторонним расположением поперечных ребер классов Ав500П и Ав600П при соответствующей корректировке нормативных документов для проектирования позволит значительно повысить эффективность строительства из железобетона и снизить его стоимость, в том числе за счет механической (муфтовой) стыковки арматуры вместо стыковки внахлестку (табл. 3) и электродуговой сваркой.

#### Список литературы

1. Мулин Н.М., Коневский В.П., Судаков Г.Н. Новые типы профиля для стержней арматуры. *Эффективные виды арматуры для железобетонных конструкций: Сб. науч. тр.* М.: НИИЖБ, 1970. С. 16–45.
2. Мулин Н.М. Стержневая арматура железобетонных конструкций. М.: Стройиздат, 1974. 233 с.
3. Мадатян С.А. Арматура железобетонных конструкций. М.: Воентехлит, 2000. 256 с.
4. Климов Ю.А. Исследования и нормирование механических характеристик и служебных свойств арматуры проката ДСТУ 3760–98: Опыт применения в конструкциях из обычного и предварительно напряженного железобетона.

В последнее время большое внимание уделяется использованию в строительстве холоднодеформируемой арматуры (ХДА) (табл. 4).

Технология ее изготовления в мотках позволяет осуществлять безотходное производство арматурных изделий (сеток, каркасов) как на заводах ЖБИ, так и в цехах металлосервисных центров и на арматурных участках строительных площадок. Данная арматура может производиться классом прочности В500 диаметром до 16 мм. Широкому распространению (ХДА) способствует возможность ее производства на оборудовании, смонтированном на базах региональных металлосервисных центров, что значительно укорачивает сроки и уменьшает стоимость доставки ее потребителю. Отсутствие окалины, возможность производства арматуры с промежуточными диаметрами и ее использование здесь же при производстве арматурной продукции (сеток, каркасов и др.) также способствуют распространению (ХДА) (табл. 4).

Исследованиями, выполненными в НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, установлена возможность использования для (ХДА) одинакового расчетного сопротивления при растяжении и сжатии, как у арматуры класса А500 [7]. В этом случае эффективность применения (ХДА) класса В500 взамен А400  $\varnothing 6, 12, 14$  мм при растяжении, приведенная в табл. 4, может быть распространена и на сжатые железобетонные элементы.

После внесения соответствующих корректив в нормативную базу для проектирования и в результате вышеприведенных преимуществ ХДА значительно увеличатся объемы и эффективность ее применения в строительстве.

#### Выводы

Замена металлургами России производства арматурного проката с кольцевым периодическим профилем по ГОСТ 5781–82 (рис. 1, а) на двухсторонний серповидный по СТО АСЧМ 7-93 (рис. 1, б) привела к необходимости изменения методик расчета в СНиП 52-1–2003 (СП 63.13330) длины анкеровки и нахлестки арматуры, а также ширины раскрытия трещин в железобетоне. Это привело к значительному (до 40%) перерасходу арматуры и удорожанию строительства.

Внедрение новых инновационных разработок и исследований по созданию арматуры с эффективным четырехсторонним периодическим (в том числе винтовым) профилем и холоднодеформированной арматуры (ХДА) позволит обеспечить высокую эффективность проектирования и строительства из железобетона, а также повысить конкурентоспособность и экспортные возможности отечественного арматурного проката.

#### References

1. Mulin N.M., Konevskii V.P., Sudakov G.N. New types of profiles for reinforcement bars. *Effective types of reinforcement for reinforced concrete structures: Collection of scientific papers.* Moscow: NIIZhB. 1970, pp. 16–45.
2. Mulin N.M. Sterzhnevaya armatura zhelezobetonnykh konstrukcij [Core reinforcement of reinforced concrete structures]. Moscow: Stroiizdat. 1974. 233 p.
3. Madatyan S.A. Armatura zhelezobetonnykh konstrukcij [Reinforcement of reinforced concrete structures]. Moscow: Voentechlit. 2000. 256 p.
4. Klimov Yu.A. Investigations and rationing of mechanical characteristics and service properties of rolled steel prod-

- бетона. // *Всероссийская (международная) конференция по бетону и железобетону*. Т. 5. М. 2005. С. 406–415.
5. Саврасов И.П. Прочность, трещиностойкость и деформативность изгибаемых железобетонных элементов, армированных сталью класса А500 с различным периодическим профилем. Дис... канд. техн. наук. М.: НИИЖБ, 2010. 207 с.
  6. Цыба О.О. Трещиностойкость и деформативность растянутого железобетона с ненапрягаемой стержневой арматурой, имеющей различную относительную площадь смятия поперечных ребер. Дис... канд. техн. наук. М.: НИИЖБ, 2012. 203 с.
  7. Тихонов И.Н., Гуменюк В.С., Казарян В.А. Несущая способность сжатых железобетонных элементов с холоднодеформированной рабочей арматурой класса В500С // *Жилищное строительство*. 2016. № 10. С. 25–29.
  8. Тихонов И.Н., Мешков В.З., Расторгуев Б.С. Проектирование армирования железобетона. М.: ООО «Бумажник», 2015. 273 с.
  9. Mayer U. Zum Einfluss der Oberflächengestalt von Ripptstählen auf das Trag – und Verformungsverhalten von Stahlbetonbauteilen, Dissertation, Universität Stuttgart, Institut für Werkstoffe im Bauwesen, IWB – Mitteilungen 2002/1.
  10. Тихонов И.Н., Мешков В.З., Звездов А.И., Саврасов И.П. Эффективная арматура для железобетонных конструкций зданий, проектируемых с учетом воздействия особых нагрузок // *Строительные материалы*. 2017. № 3. С. 39–45.
  11. Скоробогатов С.М. Основы теории расчета выносливости стержневой арматуры железобетонных конструкций. М.: Стройиздат, 1976. 108 с.
- ucts DSTU 3760–98. Experience in applications in structures made of ordinary and prestressed reinforced concrete. // *All-Russia (International) conference on concrete and reinforced concrete*. Vol. 5. Moscow, 2005, pp. 406–415.
5. Savrasov I.P. Strength, crack resistance and deformability of bent reinforced concrete elements reinforced with A500 steel with different periodic profiles. Cand. Diss. (Engineering). Moscow: NIIZhB. 2010. 207 p.
  6. Tsyba O.O. Fracture resistance and deformability of stretched reinforced concrete with unstressed rod reinforcement, which has different relative area of crumpling of transverse edges. Cand. Diss. (Engineering). Moscow: NIIZhB, 2012. 203 p.
  7. Tikhonov I.N., Gumenyuk V.S., Kazaryan V.A. Bearing capacity of compressed reinforced concrete elements with cold-worked reinforcement of class B500C. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 10, pp. 25–29. (In Russian).
  8. Tikhonov I.N., Meshkov V.Z., Rastorguev B.S. Designing reinforced concrete reinforcement. Moscow: ООО "Bumazhnik" 2015. 273 p.
  9. Mayer U. Zum Einfluss der Oberflächengestalt von Ripptstählen auf das Trag – und Verformungsverhalten von Stahlbetonbauteilen, Dissertation, Universität Stuttgart, Institut für Werkstoffe im Bauwesen, IWB – Mitteilungen 2002/1.
  10. Tikhonov I.N., Meshkov V.Z., Zvezdov A.I., Savrasov I.P. Effective reinforcement for reinforced concrete structures of buildings, designed taking into account the impact of special loads. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2017. No. 3, pp. 39–45. (In Russian).
  11. Skorobogatov S.M. Osnovy teorii rascheta vynoslivosti stержневой armatury zhelezobetonnyh konstrukcij [Fundamentals of the theory of calculating the endurance of rods of reinforcement of reinforced concrete structures]. Moscow: Stroizdat. 1976. 108 p.



INTERNATIONAL  
ASSOCIATION OF  
FOUNDATION  
CONTRACTORS

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ  
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

генеральный информационный партнёр:

Гидротехника  
наука и технологии

26–27 СЕНТЯБРЯ / 18

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА  
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ»

Место проведения:

Москва, Крокус-Экспо, отель «Аквариум»  
в рамках выставки ЭКВАТЭК-2018

[www.fc-union.com](http://www.fc-union.com), [info@fc-union.com](mailto:info@fc-union.com), тел.: +7 (495) 66-55-014, моб.: +7 916 36-857-36

УДК 624.159.4

Н.С. СОКОЛОВ<sup>1,2</sup>, канд. техн. наук, директор (forstnpf@mail.ru, ns\_sokolov@mail.ru)

<sup>1</sup> ООО НПФ «ФОРСТ» (428000, Россия, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. Калинина, 109 а)

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»  
(428015, Россия, Чувашская Республика, г. Чебоксары, Московский пр., 15)

## Метод выравнивания кренов объектов с большеразмерными фундаментами при повышенных нагрузках

Основной схемой расчета оснований большеразмерных фундаментов в настоящее время является схема линейно-деформированного слоя конечной толщины. Расчеты осадок, проведенные по формуле, основанной на этой схеме, до сих пор вполне удовлетворяли практику строительства. Большой опыт эксплуатации и результаты длительных наблюдений за их осадками показывают, что фактические осадки оказались значительно больше расчетных величин, определенных по формуле расчета осадки, основанной на теории этой модели. Материал фактических осадок построенных объектов на большеразмерных фундаментах при повышенных нагрузках показывает, что кривые осадок состоят из линейного и нелинейного участков. Линейный участок имеет место для среднесжимаемых грунтов для первой половины расчетного среднего давления  $P_{lim}$ , т. е. при  $P_{lim} \leq 250-300$  кПа. При  $P_{lim}$  больше этих величин начинается возрастание скорости осадки в процессе роста нагрузки до полной ее расчетной величины. Затем скорость осадки убывает и наступает стадия стабилизации. Линейный участок графика осадки характеризует процесс уплотнения грунтов. Возрастание скоростей осадок на нелинейном участке следует объяснить возрастанием роли горизонтальных перемещений в общей деформации основания. То что горизонтальные перемещения играют значительную роль в общей осадке сооружения, подтверждается многочисленными исследованиями оснований под резервуарами и насыпями, а также в мелкомасштабных экспериментах. Учет горизонтальных перемещений позволяет максимально приблизить фактические осадки к расчетным.

**Ключевые слова:** среднее давление, крен, фундаментная плита, осадка, линейно-деформируемый слой конечной толщины.

**Для цитирования:** Соколов Н.С. Метод выравнивания кренов объектов с большеразмерными фундаментами при повышенных нагрузках // *Жилищное строительство*. 2018. № 8. С. 11–17.

N.S. SOKOLOV<sup>1,2</sup>, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Director (forstnpf@mail.ru, ns\_sokolov@mail.ru)

<sup>1</sup> ООО NPF «FORST» (109a, Kalinina Street, Cheboksary, 428000, Russian Federation)

<sup>2</sup> Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (15, Moskovsky Avenue, Cheboksary, Chuvash Republic, 428015, Russian Federation)

### Method of Alignment of Tilts of Objects with Large-Size Foundations and Increased Loads on Them

The basic scheme for calculating the bases of large-sized foundations is, at present, a scheme of a linearly deformed layer of finite thickness. Calculations of the settlements, carried out according to the formula based on this scheme, still fully satisfied the practice of construction. A large operational experience and the results of long-term observations for the settlements of the foundations show that the actual settlements of the foundations much larger than the calculated values determined by the settlement calculation formula based on the theory of this model. The material of the actual settlements of the constructed objects on large-sized foundations under increased loads shows that the settlement curves consist of linear and non-linear sections. The linear section has a place for medium-compressible soils for the first half of the calculated average pressure  $P_{lim}$ , i. e. at  $P_{lim} \leq 250-300$  kPa. When  $P_{lim}$  is more than these values, the settlement speed begins to increase in the process of increasing the load to its full calculation value. Then the settlement speed decreases and the stabilization phase begins. The linear section of the settlement graph characterizes the process of soil compaction. The increase in settlement speeds in a nonlinear section should be explained by the increase in the role of horizontal displacements in the general deformation of the base. The fact that horizontal displacements play a significant role in the overall settlement of the structure is confirmed by numerous studies of the bases under reservoirs and embankments, and in small-scale experiments. The account of horizontal displacement makes it possible to bring the actual settlements maximally to the calculated ones.

**Keywords:** average pressure, tilt, foundation plate, settlement, linearly deformed layer of finite thickness.

**For citation:** Sokolov N.S. Method of alignment of tilts of objects with large-size foundations and increased loads on them. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 8, pp. 11–17. (In Russian).

Средняя осадка объектов № 1–5 на коробчатых фундаментах, составляющая 20–60 см, не влияет на нормальную эксплуатацию сооружения. Однако при больших осадках неизбежно возникает ее неравномерность. Неравномерность осадок вызвана еще и взаимным влиянием друг на друга фундаментов объектов и их пристроев. Для свое-

временного принятия мер в процессе строительства и эксплуатации с целью сохранения технологического оборудования в вертикальном положении (или же поддержания отклонения вертикальной оси в допустимых пределах) необходимо иметь в наличии результаты высокоточных геодезических наблюдений за осадками фундаментной плиты, позволяющие прогно-

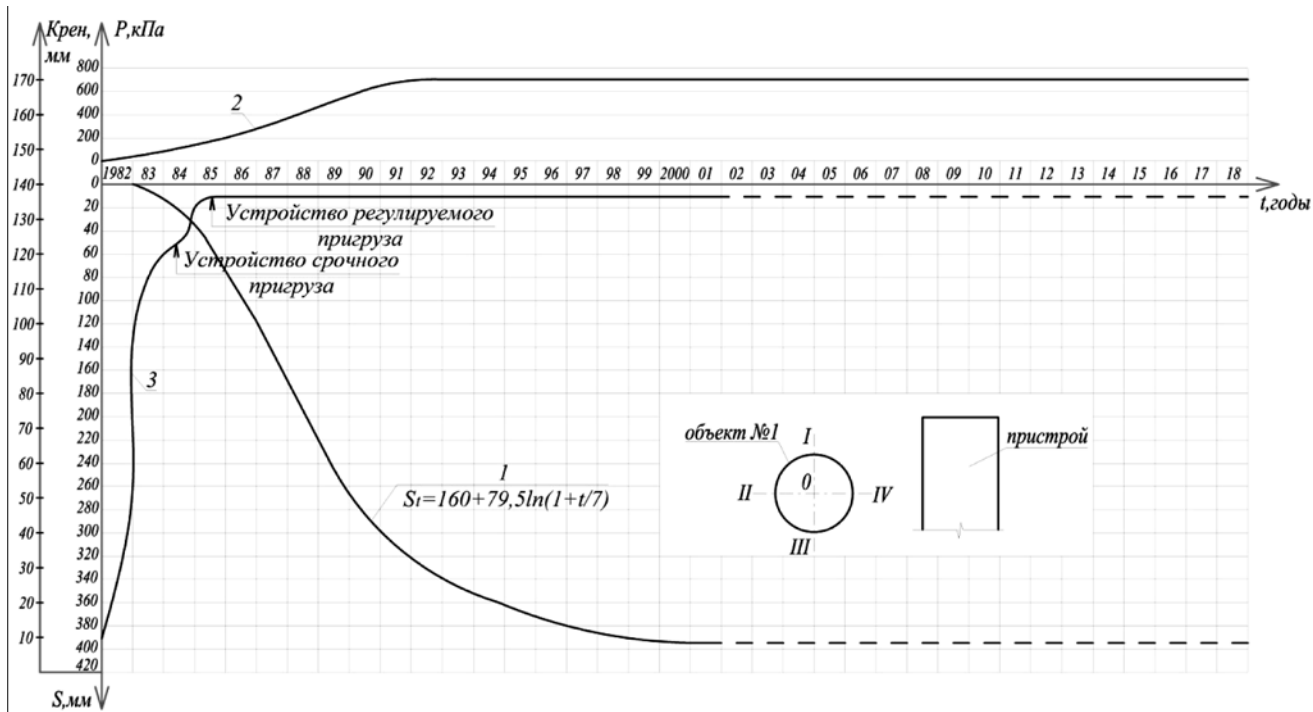


Рис. 1. Объект № 1: 1 – средняя осадка; 2 – рост среднего давления; 3 – результирующий крен

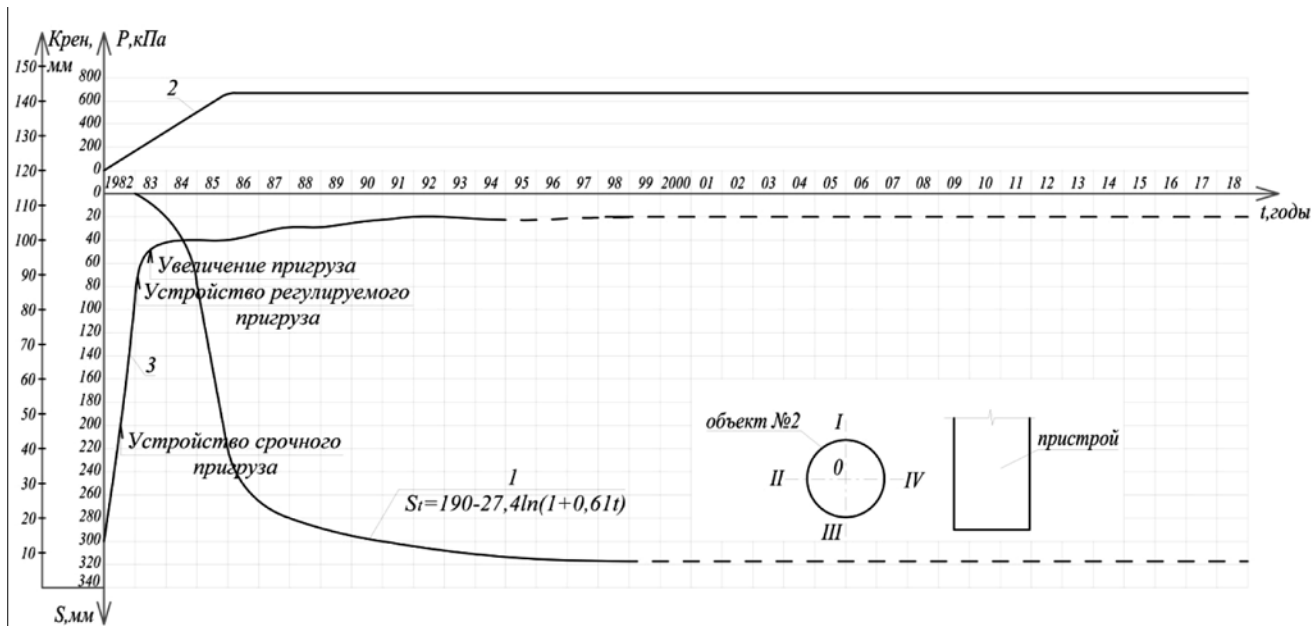


Рис. 2. Объект № 2: 1 – средняя осадка; 2 – рост среднего давления; 3 – результирующий крен

зировать осадки не только в период окончания строительства сооружения, но и на время эксплуатации. В этом отношении логарифмическая формула вида  $S = S_0 + A_{ин}(1+B)$  [1, 2] является удачной зависимостью для прогноза осадок во времени до стабилизации деформации основания, где  $S_0$  – осадка за строительный период;  $A$  и  $B$  определяются по кривым фактических осадок по двум точкам при  $S_1 > S_0$ . Для этого логарифмическое уравнение легко решается, если брать  $S_2 = 2S_1$  с начала отсчета при  $S > S_0$ . В зависимости от времени начала высокоточных геодезических наблюдений отсчет по инвариной рейке производится в годах или месяцах.

Возможно прогнозирование осадок в течение ограниченного участка времени. При неограниченном увеличении времени значение натурального логарифма стремится к бесконечности. По истечении 3–5 лет следует повторить наблюдения за осадками и откорректировать параметры  $A$  и  $B$ . В [1, 2] приведены результаты мониторинга за осадками коробчатых фундаментов объектов № 1–4. Данные наблюдения, проведенные за период с 1977 г. по настоящее время, за осадками фундаментных плит объектов с момента прогнозирования показывают на достаточно хорошую сходимость с результатами фактических осадок, при этом

Прогноз фундаментов объектов по логарифмической зависимости  $S=S_0+A_n(1+B)$

Наименование объекта наблюдений	Прогнозируемая осадка, $S_i$			Примечания
	максимальная	минимальная	средняя	
Объект № 1	$220+103,6\ln(1+0,11t)$	–	$160+79,4 \ln(1+t/7)$	1. Коэффициенты $A$ и $B$ определяются по фактическим кривым осадкам 2. Время $t$ – в месяцах
Объект № 2	–	–	$190+27,4 \ln(1+0,61t)$	
Объект № 3	$350+37\ln(1+0,25t)$	$300+15,2\ln(1+0,71t)$	$325+20 \ln(1+0,66t)$	
Объект № 4	$410+25,7\ln(1+0,53t)$	$370+17,4\ln(1+0,86t)$	$404+23,4 \ln(1+0,5t)$	

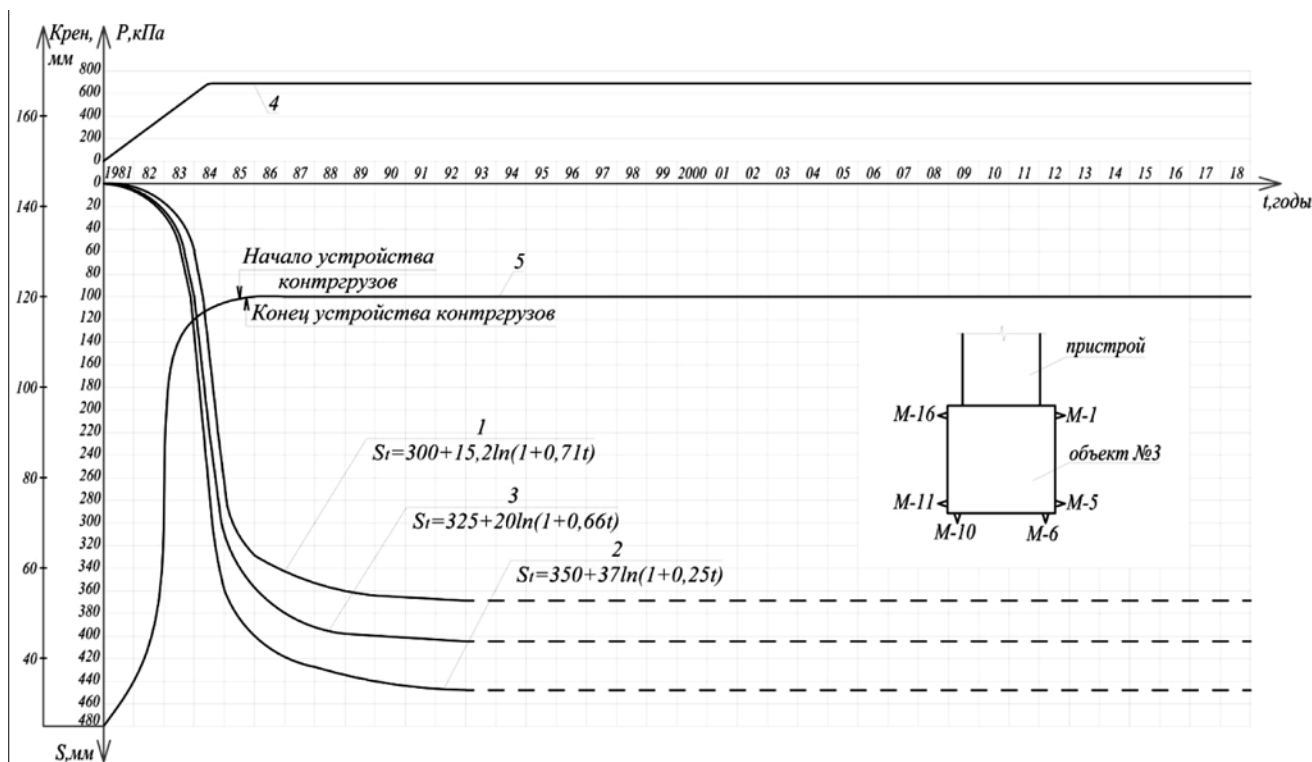


Рис. 3. Объект № 3: 1 – минимальная осадка; 2 – максимальная осадка; 3 – средняя осадка; 4 – рост среднего давления; 5 – результирующей крен

расхождение между фактическими и прогнозируемыми осадками составляет около 2%. Ниже в таблице приведены прогнозируемые логарифмические зависимости для этих четырех объектов.

Во многих случаях следует ожидать, что фактическая или прогнозируемая неравномерная осадка окажется больше допустимой из условия нормальной эксплуатации технологического оборудования. В этом случае крен выправляется или стабилизируется его дальнейший рост при помощи контргрузов, монтируемых со стороны, противоположной крену. Так, например, был задан противокрен корпусу оборудования в 2,8 мм на диаметре главного разъема объекта № 1 в конце января 1983 г. (рис. 1). При этом направление вектора противокрена  $\alpha=160^\circ$ . Также для объекта № 2 был задан противокрен строго по оси 2 ( $\alpha=180^\circ$ ), при этом величина противокрена составила 4 мм (рис. 2). Время жесткого закрепления технологического оборудования обоих объектов совпадает со временем придания противокрена. Результаты высокоточных геодезических наблюдений свидетельствуют о правильности установки положений тех-

нологического оборудования, которые в настоящее время находятся в пределах допустимой величины отклонения оси объекта от вертикали.

Контргрузы для правильной установки оборудования были смонтированы и на объекте № 3 со стороны пристроя (рис. 3). Результаты высокоточных геодезических наблюдений свидетельствуют о стабилизации крена и о правильности положения вертикальных осей обоих объектов.

В настоящее время исследованы в течение длительного времени осадки, крены коробчатых фундаментов объектов № 1–4 (рис. 1–3); прогибы фундаментной плиты объекта № 5 (рис. 4) контактные давления под подошвой фундамента, напряжения в бетоне и арматуре фундамента объекта № 6 (рис. 5, 6).

Анализ осадок и кренов показывает, что на графиках отчетливо выделяются два участка – линейный и нелинейный. Линейный участок переходит в нелинейный при среднем давлении на основание  $P_{lim} = 250\text{--}300$  кПа. Крен фундаментов появляется еще при небольших нагрузках, и его величина очень незначительна. С момента, соответствующего

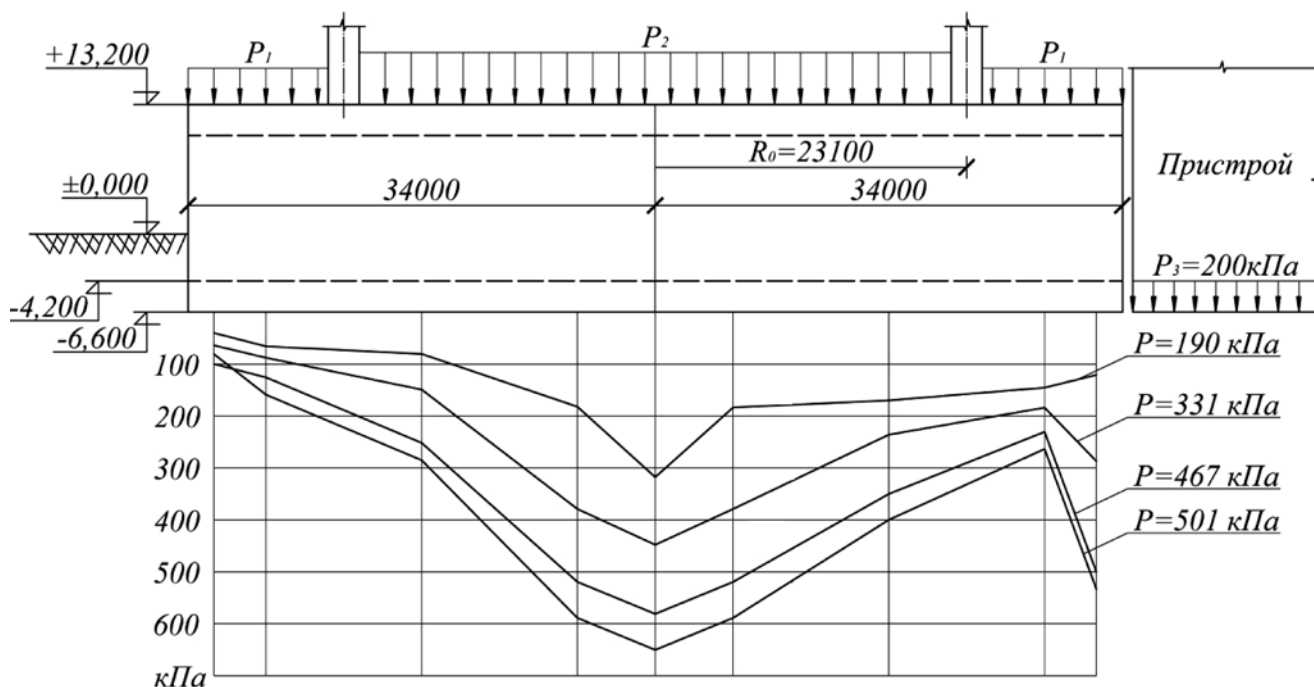


Рис. 4. Объект № 5. Эпюры реактивных давлений при различных средних давлениях

переходу графика осадок в нелинейный участок, кривая крена тоже меняет линейность, т. е. скорости крена возрастают. С этого же момента меняется направление крена от пристроя в противоположную сторону.

Анализ результатов исследования контактных давлений грунта в основании, напряжений в арматуре, деформаций в арматуре, напряжений в бетоне нижней монолитной плиты фундамента объекта № 6 (рис. 5–7) позволяет заключить следующее. Нижняя фундаментная плита из-за воздействия описанных выше эпюр контактных давлений выгнута центральной частью вверх. Это подтверждается тем, что при дальнейших этапах строительства напряжения в арматуре практически не увеличиваются. Например, на этапе строительства, когда среднее давление на центральную часть подошвы нижней плиты достигло  $P_{limt} = 664$  кПа, напряжения в стержнях арматуры, установленных в пролете плиты, стали существенно меньше  $\sigma = 38600$  кПа напряжений, которые возникли ранее при этом же давлении. Аналогичное явление наблюдается при рассмотрении показаний динамометров, установленных в геометрическом центре плиты и на расстоянии 6 м от центра под стенами, т. е. они заметно снизились и в других арматурных стержнях. Причиной этого явилось интенсивное строительство технологического оборудования. Вследствие пригрузки средней части фундамента выгиб нижней плиты уменьшился. Соответственно стали меньше и напряжения в арматуре плиты.

Измерители деформаций бетона дают картину, согласующуюся с деформацией плиты от действия фактических эпюр контактных давлений грунта и от загрузки гермообъема. При возрастании нагрузки как деформации, так и напряжения в бетоне не увеличиваются по сравнению с теми параметрами при давлении грунта на центральную часть подошвы плиты, равном  $P_{limt} = 430$  кПа, а наоборот, уменьшаются.

Натурные исследования по изучению прогибов нижней плиты коробчатого фундамента объекта № 5 (рис. 4) удачно согласуются с результатами измерений контактных давлений, напряжений в арматуре, деформаций и напряжений в бетоне на объекте № 6. Тем самым можно заключить, что из-за больших размеров фундаментной плиты горизонтальные перемещения грунта в центральной части массива грунта под подошвой плиты невозможны. Поэтому эта часть основания работает в условиях одноосной компрессии. Здесь образуется уплотненная зона. Вокруг этой зоны происходят подвижки грунта в горизонтальном направлении за пределы подошвы фундамента, чем и объясняется форма эпюры контактных давлений при значительном давлении.

То что горизонтальные перемещения играют существенную роль в общей осадке оснований, подтверждают исследования в стендовых условиях с моделями фундаментов, проведенные М.Н. Окуловой и М.Н. Балюрой [3–7], а также в полигонных и натуральных условиях, проведенные Л.А. Шелест [8]. Наиболее ценные исследования в натуральных условиях проведены в основаниях для случаев резервуаров и насыпей.

Анализируя результаты исследований, Р. Дар [9–10] пришел к выводу, что при увеличении нагрузки на основание резервуара наблюдается значительный рост горизонтальных перемещений грунтов.

Исследованиями П.А. Коновалова и Р.А. Усманова [11] также выявлено значительное влияние горизонтальных перемещений грунтов оснований на величину общей осадки моделей и натуральных резервуаров. Величины пределов пропорциональности определенных по графикам «осадки – нагрузка» указывают, что криволинейность графика  $S = f(P)$  обуславливается возрастающими величинами горизонтальных перемещений грунтов оснований.

На тесную связь горизонтальных перемещений грунтов с вертикальными осадками указывают графики их взаимной



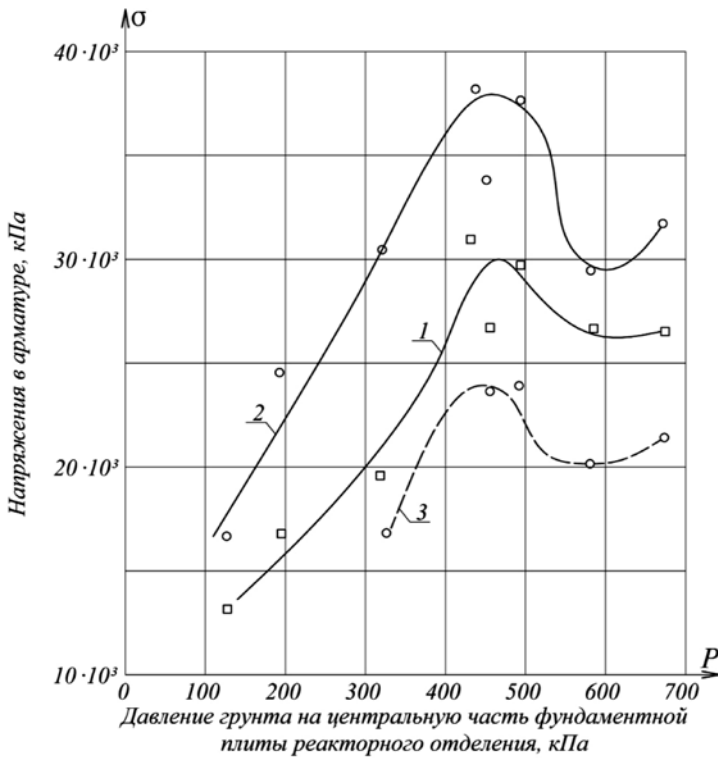


Рис. 5. Объект № 6. Зависимость растягивающих напряжений в рабочей арматуре верхнего пояса нижней плиты коробчатого фундамента от реактивного давления грунта на центральную часть: 1 – напряжения по динамометрам, устраиваемым в геометрическом центре плиты; 2 – то же на расстоянии 6 м от центра плиты; 3 – то же на расстоянии 6 м от центра под стеной

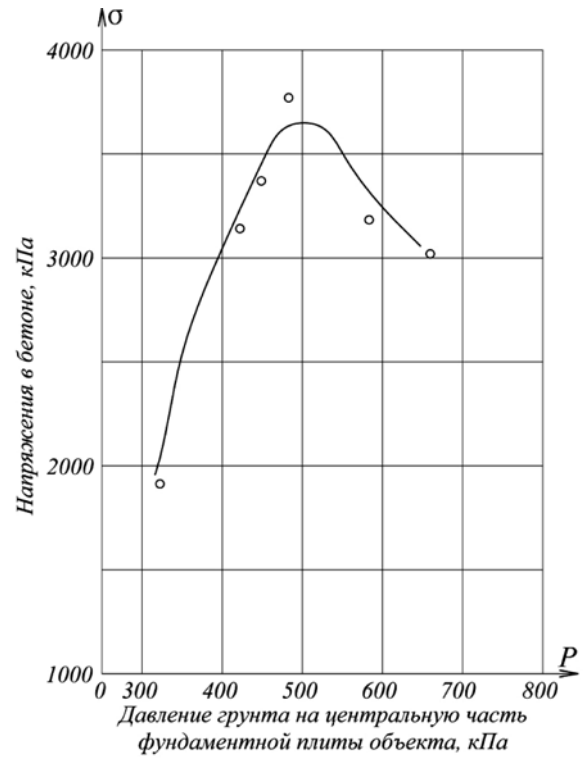


Рис. 6. Объект № 6. Зависимость сжимающих напряжений в бетоне верхней зоны нижней плиты коробчатого фундамента от величины реактивного давления на центральную область подошвы

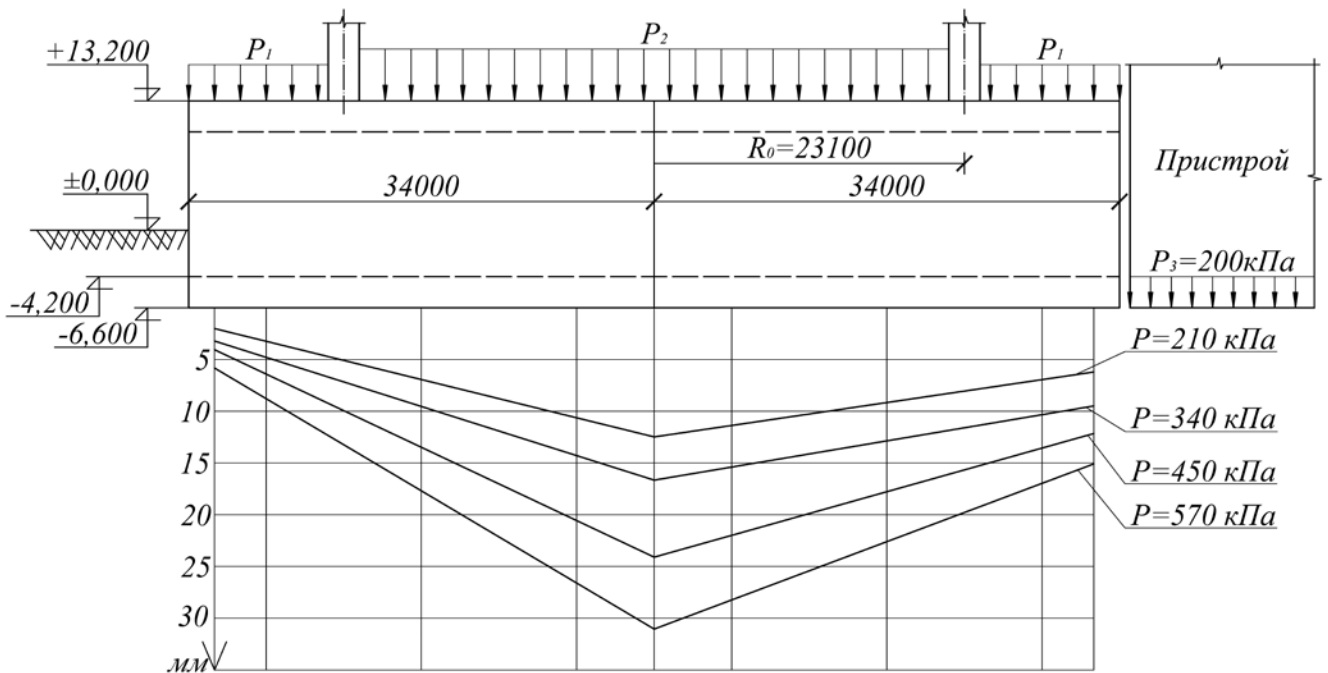


Рис. 7. Объект № 6. Прогобы нижней плиты коробчатого фундамента при различных средних давлениях  $P_{\text{Пит}}$

зависимости. Линейная зависимость между ними наблюдается лишь на первых ступенях нагрузки, после чего горизонтальные перемещения начинают резко возрастать. На последних ступенях нагрузки приращение осадки определяется в значительной степени приращениями горизонтальных перемещений. Об этом убедительно свидетельствуют результаты наблюдений за осадками насыпей Subzak – les – Ponts [12], Каликса [13], Кинг Лина и Тиктона [14, 15].

Нами также получены результаты, аналогичные с результатами исследований Р. Дара [9], Белони [10], П.А. Коновалова, Р.А. Усманова [11] и др. Наблюдения за горизонтальными перемещениями в основании одного из объектов показали, что ордината максимального горизонтального перемещения  $Y_{max} \approx 4$  см находится примерно на глубине  $z \approx 0,2b$ . При этом средняя осадка составляет около  $S = 8$  см. Среднее давление на момент исследований составило  $P_{lim} = 300$  кПа.

Весь процесс деформации основания происходит за счет преимущественного сжатия верхних слоев основания. Об этом наглядно свидетельствуют результаты наблюдений за послойными деформациями как оснований рассмотренных объектов [1, 2], так и большеразмерных фундаментов и других сооружений. Следовательно, основания фундаментов [1, 2] работают по схеме линейно-деформируемого слоя конечной толщины.

Если имеется пригрузка, препятствующая горизонтальным перемещениям грунта основания, то ординаты контактных давлений по краю плиты увеличиваются (для всех объектов, кроме объектов № 1 и 2).

#### Список литературы

1. Соколов Н.С. Длительные исследования процессов деформирования оснований фундаментов при повышенных нагрузках // *Жилищное строительство*. 2018. № 5. С. 3–8.
2. Соколов Н.С. Прогноз осадок большеразмерных фундаментов при повышенных давлениях на основания // *Жилищное строительство*. 2018. № 4. С. 3–8.
3. Балюра М.В. Горизонтальные перемещения в глинистых основаниях. В кн.: Исследования по строительной механике и строительным конструкциям. Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 1983. С. 45–51.
4. Балюра М.В., Окулова М.Н. О влиянии некоторых факторов на деформируемость грунтов в горизонтальном направлении. В кн.: Основания и фундаменты зданий и сооружений в условиях строительства Томска. Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 1977. С. 36–41.
5. Окулова М.Н. Исследование НДС грунтов вблизи загруженного штампа // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 1966. № 4. С. 5–8.
6. Окулова М.Н. Экспериментальное исследование боковых деформаций в нагруженных песчаных основаниях и их роль в общей осадке. Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 1967. Т. 2.
7. Окулова М.Н., Балюра М.В. Боковой распор и его роль в осадке фундамента. В кн.: Исследование НДС оснований и фундаментов: Межвузовский сборник. Новочеркасск, 1971. С. 88–92.

Высота уплотненной зоны равна толщине линейно-деформируемого слоя конечной толщины. В связи с вышеизложенным был рекомендован метод выравнивания кренов фундаментов объектов № 1–5 с помощью контргрузов (рис. 1–3).

Для стабилизации роста неравномерной осадки фундамента объекта № 1 в ноябре–декабре 1983 г. был уложен срочный пригруз весом 5780 кН на консоль фундамента с противоположной стороны от направления крена. Для ускорения процесса стабилизации роста крена дополнительно уложены регулируемые пригрузки в секторах А и Б по обе стороны от оси 2 весом около 30 000 кН (рис. 1). После этих мероприятий рост крена был приостановлен.

Для уменьшения скорости нарастания крена объекта № 2 (рис. 2) были устроены срочный весом 5800 кН и регулируемый весом 51000 кН пригрузки в секторах А и Б, благодаря чему рост крена был приостановлен.

В настоящее время осадки фундаментов объектов № 1 и 2 стабилизированы [16].

Увеличение крена объекта № 3 (рис. 3) было также приостановлено устройством пригрузов со стороны машинного отделения: 17 600 кН в ноябре 1984 г.; 3750 кН в марте 1985 г.; 18 700 кН в сентябре–октябре 1985 г. На 1999 г. крен составляет 120 мм, или  $i = 0,0018$ . Такой же эффект был достигнут на объектах № 4 и 5.

Результаты длительных геодезических наблюдений за осадками фундаментов при повышенных нагрузках подтверждают правильность выбора метода исправления крена.

#### References

1. Sokolov N.S. Long-term studies of the processes of deformation of foundations under heavy loads. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 5, pp. 3–8. (In Russian).
2. Sokolov N.S. Forecast of settlement of large-size foundations at high pressures on the base. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 4, pp. 3–8. (In Russian).
3. Balura M.V. Horizontal displacements in clay bases. V kn.: Issledovaniya po stroitel'noj mekhanike i stroitel'nykh konstrukciyam [Studies in Building Mechanics and Building Constructions]. Tomsk: Tomskij gosudarstvennyj arhitekturno-stroitel'nyj universitet. 1983, pp. 45–51. (In Russian).
4. Balura M.V., Okulova M.N. On the influence of some factors on the deformability of soils in the horizontal direction. V kn.: Osnovaniya i fundamenti zdaniy i sooruzhenij v usloviyah stroitel'stva Tomska [Bases and foundations of buildings and structures in the construction of Tomsk]. Tomsk: Tomskij gosudarstvennyj arhitekturno-stroitel'nyj universitet. 1977, pp. 36–41. (In Russian).
5. Okulova M.N. Investigation of the stress-strain state of soils near the loaded stamp. *Osnovaniya, fundamenti i mekhanika gruntov*. 1966. No. 4, pp. 5–8. (In Russian).
6. Okulova M.N. Experimental study of lateral deformations in loaded sandy bases and their relays in the total sediment. Tomsk: Tomskij gosudarstvennyj arhitekturno-stroitel'nyj universitet, 1967. (In Russian).
7. Okulova M.N., Balyura M.V. Bokovoj raspор i ego rol' v osadke fundamenta. V kn.: Issledovanie NDS osnovanij i fundamentov. Novoчеркасск: 1971, pp. 88–92.

8. Шелест Л.А. Вертикальные и горизонтальные деформации грунта при штамповых испытаниях. *Труды НИИОСП*. М.: НИИОСП, 1972. Вып. 63.
9. Darragh R.D. Controlled Water Tests to Pre-load Tank Foundations. *Pros. A.S.C.E.* 1964. Vol. 90, pp. 303–329.
10. Belloni L.A., Garassini LA., Jamiolkowaki M. Differential Settlements of Petroleum Steel Tanks. *Proc. Conference on Settlements of Structures*, Cambridge, pp. 323–328.
11. Коновалов П.А., Усманов Р.А. Исследование деформаций сильносжимаемых оснований гибких штампов и резервуаров. *Труды Дунайско-Европейской конференции по механике грунтов и фундаментостроению*. Кишинев, 1983. Т. 3. С. 107–112.
12. Magnan J.-P., Mieussens C, Queyroi D. Comportements du rembal experimental B a Cubzak – les – Ponts. *Revue Francaise de Geotechnique*. 1978. № 5, pp. 23–26.
13. Holtz R.D., Holm G. Belastningaforsok pa svartmoka. Swedish Geotechnical Institute, Internal Report to the National Swedish Road Board. 1973, 64 p.
14. Wilkes P.F. An induced failure at a trial embankment at King's Lynn Norfolk. England. *Proc. ASCE Specialty Conference on Performance of Earth and Earth Supported Structures*, Purdue University, Lafayette. IN. 1972. Vol. 1 (1), pp. 29–63.
15. Бугров А.К., Голубев А.И. Напряженно-деформированное состояние анизотропных оснований с областями предельного равновесия грунта. *Труды Дунайско-Европейской конференции по механике грунтов и фундаментостроению*. Кишинев, 1983. С. 203–207.
16. Соколов Н.С. Метод расчета осадок большеразмерных фундаментов при повышенных нагрузках // *Жилищное строительство*. 2018. № 6. С. 38–42.
8. Shelest L.A. Vertical and horizontal deformation of soil during die testing. *Trudy NIIOSP*. Moscow. NIIOSP, 1972. Vol. 63. (In Russian).
9. Darragh R.D. Controlled Water Tests to Pre-load Tank Foundations. *Pros. A.S.C.E.* Vol. 90, 1964, pp. 303–329.
10. Belloni L.A., Garassini LA., Jamiolkowaki M. Differential Settlements of Petroleum Steel Tanks. *Proc. Conference on Settlements of Structures*, Cambridge, pp. 323–328.
11. Konovalov P.A., Usmanov R.A. Investigation of deformations of highly compressible bases of flexible dies and reservoirs. *Trudy Dunajsko-Evropskoj konferencii po mekhanike gruntov i fundamentostroeniyu*. Kishinev, 1983. Vol. 3, pp. 107–112. (In Russian).
12. Magnan J.-P., Mieussens C, Queyroi D. Comportements du rembal experimental B a Cubzak – les – Ponts. *Revue Francaise de Geotechnique*, 5, 1978, pp. 23–26.
13. Holtz R.D., Holm G. Belastningaforsok pa svartmoka. Swedish Geotechnical Institute, Internal Report to the National Swedish Road Board. 1973, 64 p.
14. Wilkes P.F. An induced failure at a trial embankment at King's Lynn Norfolk. England. *Proc. ASCE Specialty Conference on Performance of Earth and Earth Supported Structures*, Purdue University, Lafayette. 1972. Vol. 1 (1), pp. 29–63.
15. Bugrov A.K., Golubev A.I. Stress-strain state of anisotropic bases with regions of maximum equilibrium of soil. *Trudy Dunajsko-Evropskoj konferencii po mekhanike gruntov i fundamentostroeniyu*. Kishinev. 1983, pp. 203–207. (In Russian).
16. Sokolov N.S. Method for calculation of settlements of large-size foundations under increased loads. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 6, pp. 38–42. (In Russian).

## ИНФОРМАЦИЯ

### Госдума приняла законопроекты, регулирующие правила сноса самовольных построек

Законопроекты Минстроя России, которые регулируют правовые вопросы, связанные с признанием зданий самовольными постройками, а также вопросы использования объектов недвижимости в зонах с особыми условиями использования территорий приняты Государственной Думой в трех чтениях. Изменения вносятся в Градостроительный и Гражданский кодексы.

Согласно новому законодательству, из числа самовольных построек исключаются объекты, построенные с нарушениями установленных ограничений, если эти объекты построены на основании необходимых согласований и разрешений, а собственник объекта не знал и не должен был знать об ограничениях, действующих в отношении его земельного участка.

Возможность принятия решений о сносе самовольных построек во внесудебном порядке сужается до случаев очевидных недопустимых нарушений при строительстве: отсутствия разрешений на строительство или правоустанавливающих документов на землю.

При этом вне зависимости от характера нарушения в отношении многоквартирных жилых домов, индивидуальных жилых домов, садовых домов решение о сносе принимается исключительно судом. Данное правило также распространяется на объекты, право собственности на которые зарегистрировано в Едином государственном реестре недвижимости.

Основным плюсом законопроектов является введение института приведения объектов в соответствие. По действующему законодательству предусматривался исклю-

чительно снос самовольных построек вне зависимости от характера нарушения, которое зачастую может быть незначительным. Теперь объекты можно будет приводить в соответствие с установленными требованиями.

Кроме того, законом предусматривается обязанность по возмещению убытков добросовестным правообладателям объектов недвижимости, которые расположены в зонах с особыми условиями использования, установленные до вступления в силу этих законопроектов. На сегодняшний день в России 28 таких зон: зоны охраны объектов культурного наследия, охранные зоны объектов электроэнергетики, железных дорог, объектов трубопровода, линий сооружения связи, приаэродромные территории, придорожные полосы и др.

Если объект, в отношении которого устанавливается зона, возведен после строительства дома, либо собственник объекта не обеспечил публичности информации о наличии такой зоны, то все компенсации собственнику дома возмещает собственник объекта. Если сам объект возведен раньше, чем был построен дом, и собственник такого объекта обеспечил публичность информации о наличии зоны с особыми условиями использования, то финансовые расходы лежат на органе местного самоуправления, который разрешил строительство дома. Если же дом построен без необходимых разрешений и согласований, то финансовая нагрузка ложится на недобросовестного строителя дома, и он сносит объект за свой счет.

По материалам Минстроя РФ



24 августа 2018 г. исполнилось 60 лет директору НИИСФ РААСН, члену-корреспонденту РААСН, доктору технических наук, лауреату премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, заслуженному строителю Российской Федерации, почетному строителю России, почетному строителю Москвы, заслуженному строителю Московской области Игорю Любимовичу Шубину.

В 1981 г. в лаборатории борьбы с промышленными и городскими шумами НИИСФ РААСН Игорь Любимович начал научную деятельность. Пройдя путь от аспиранта до директора, защитив кандидатскую и докторскую диссертации, он посвятил себя строительной акустике. В 1992 г. И.Л. Шубин стал заместителем директора НИИСФ РААСН. Большое количество сил, энергии и души потребовалось вложить не только в сохранение научно-исследовательского института, но и в укрепление научной базы и расширение исследовательской деятельности. В 1990-х гг. благодаря мудрой политике руководства экспериментальное оборудование и помещения не были распроданы, а по инициативе И.Л. Шубина в НИИСФ были созданы новые лаборатории долговечности строительных конструкций, эколого-безопасных технологий и конструктивных систем, ограждающих конструкций высотных зданий, ресурсоэнергосберегающих технологий.

С 2009 г. Игорь Любимович Шубин является директором НИИСФ РААСН. В результате его деятельности институт стал одним из ведущих научно-исследовательских институтов страны, единственным в России государственным научно-исследовательским институтом в области строительства, ведущим фундаментальные и прикладные исследования и создающим нормативную техническую базу для строительной отрасли. Благодаря созданию новых лабораторий и расширению области деятельности в институте сохранен целый ряд научных направлений.

В настоящее время И.Л. Шубин — ведущий специалист Российской Федерации по вопросам строительной физики, лидер отечественной науки. Под его руководством разработан комплекс нормативных документов нового поколения для строительства и промышленности строительных материалов. Им создано новое направление в строительной науке — методы акустического расчета и оценка эффективности шумозащитных экранов, которое в эпоху активного строительства скоростных автомобильных и железнодорожных магистралей является более чем актуальным. Он является разработчиком уникального оборудования, предназначенного для испытания строительных материалов и конструкций, имеет более 10 авторских изобретений и патентов, внедренных в научную базу НИИСФ РААСН.

И.Л. Шубин много времени уделяет подготовке молодых специалистов, аспирантов, докторантов. Он ведет преподавательскую деятельность в Тамбовском государственном техническом университете. По его инициативе в НИИСФ организованы курсы повышения квалификации в области строительной физики для работников научных и проектных организаций. По инициативе Игоря Любимовича ежегодно проводятся академические чтения, посвященные памяти академика РААСН Г.Л. Осипова, который был его научным руководителем.

*Редакция, редакционный совет, коллеги и ученики поздравляют Игоря Любимовича Шубина с 60-летием и желают ему дальнейших творческих и научных достижений, крепкого здоровья и достойных последователей.*

УДК 534.836.2

И.Л. ШУБИН<sup>1</sup>, член-корр. РААСН, д-р техн. наук, директор; А.И. АНТОНОВ<sup>2</sup>, д-р техн. наук, В.И. ЛЕДЕНЕВ<sup>2</sup>, д-р техн. наук (gsiad@mail.tambov.ru)

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт строительной физики НИИСФ РААСН (127238, г. Москва, Локомотивный пр., 21)

<sup>2</sup> Тамбовский государственный технический университет (392620, г. Тамбов, ул. Советская, 106)

## Оценка влияния отраженной звуковой энергии на шумовой режим жилой застройки

Отраженный звук может значительно снизить эффективность шумозащитных мероприятий в городской застройке. Существующие методы расчета отраженного звука в основном базируются на зеркальном характере отражения звука и реализуются методами прослеживания лучей или построения системы мнимых источников шума. Методы сложны, трудоемки и не обладают требуемой точностью. В статье предлагается использовать диффузную модель отражения звука от ограждений с реализацией в виде интегрального уравнения Куттруфа. На ее основе разработаны алгоритмы и компьютерные программы по расчету влияния отраженного звука на шумовую ситуацию в жилой застройке. Представлены результаты компьютерного расчета шумового режима жилой застройки и снижения эффективности шумозащитного экрана с учетом влияния отраженного звука. Предлагаемая методика оценки влияния отраженного шума позволяет повысить надежность проектирования средств защиты от шума в жилой застройке.

**Ключевые слова:** городской шум, акустическое благоустройство, математическая модель звукового поля, расчет шума, отраженная звуковая энергия.

**Для цитирования:** Шубин И.Л., Антонов А.И., Леденев В.И. Оценка влияния отраженной звуковой энергии на шумовой режим жилой застройки // *Жилищное строительство*. 2018. № 8. С. 18–21.

I.L. SHUBIN<sup>1</sup>, Corresponding Member of RAABS, Doctor of Sciences (Engineering), Director (niisf@niisf.ru),  
A.I. ANTONOV<sup>2</sup>, Doctor of Sciences (Engineering) (aiant58@yandex.ru), V.I. LEDENEV<sup>2</sup>, Doctor of Sciences (Engineering) (gsiad@mail.tambov.ru)  
<sup>1</sup> Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences (NIISF)  
(21, Locomotivny proezd, Moscow, 127238, Russian Federation)  
<sup>2</sup> Tambov State Technical University (106, Sovetskaya Street, Tambov, 392620, Russian Federation)

### Estimation of Influence of Reflected Sound Energy on the Noise Regime of Residential Development

Reflected sound can significantly reduce the effectiveness of noise protection measures in urban development. The existing methods for calculating the reflected sound are mainly based on the mirror image of the sound reflection and are realized by methods of tracing rays or constructing the system of imaginary noise sources. The methods are complex, time-consuming and do not have the required accuracy. In the article, it is proposed to use a diffuse model of sound reflection from enclosures with realization in the form of the integral equation of Kuttruff. On its basis, algorithms and computer programs to calculate the effect of reflected sound on the noise situation in the residential development have been developed. Results of the computer calculation of the noise regime of the residential development and the reduction in the efficiency of the noise screen with due regard for the effect of reflected sound are presented. The proposed technique for estimating the influence of reflected noise makes it possible to improve the reliability of design of noise protection in the residential development.

**Keywords:** urban noise, acoustic improvement, mathematical model of sound field, noise calculation, reflected sound energy.

**For citation:** Shubin I.L., Antonov A.I., Ledenev V.I. Estimation of influence of reflected sound energy on the noise regime of residential development. *Zhilyshch-noe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 8, pp. 18–21. (In Russian).

Формирование звуковых полей в пределах городской застройки является сложным многофакторным процессом, который определяется разнообразием объемно-планировочных решений застройки и характеристик транспортных и внутриквартальных источников шума [1].

От этих источников на территории жилой застройки образуются сложные шумовые поля прямого и отраженного звука. В случае многоэтажной плотной застройки величина отраженной составляющей шума часто превышает прямой звук. Экспериментально установлено, что в случае фронтальной застройки за счет отраженной составляющей может происходить повышение уровней звукового давления до 10 дБА [2]. В настоящее время не имеется надежного, пригодного для создания расчетных методов аналитического описания таких полей. Учет отраженного звука производится чрезвычайно трудоемкими методами прослеживания лучей или за счет построения системы мнимых источников [3–5]. Алгоритмы этих методов сложны и трудоемки, что затрудняет их использование для решения практических задач по снижению городского шума.

Нами предлагается более простая методика расчета отраженного звука в городской застройке на основе модели рассеянного по закону Ламберта отражения звука от фаса-

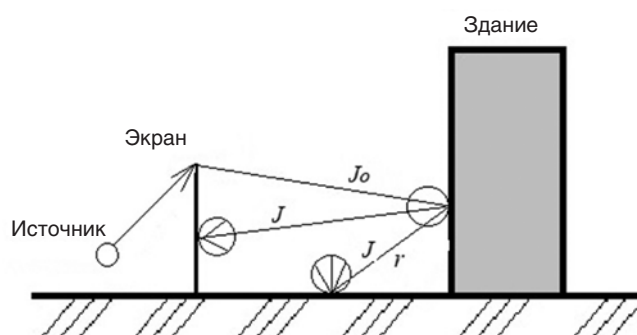


Рис. 1. Схема к расчету отраженного шумового поля между зданием и экраном

дов и других отражающих поверхностей сооружений. Диффузному характеру отражения звука способствуют наличие балконов, отличие профиля поверхности фасадов от идеальных плоскостей, сложный характер отражения звука от остекленных элементов ограждений и др. В случае диффузного отражения звука от ограждений для расчета распределения отраженной звуковой энергии возможно использовать методы математического моделирования процесса отражения и распространения звуковой энергии на основе

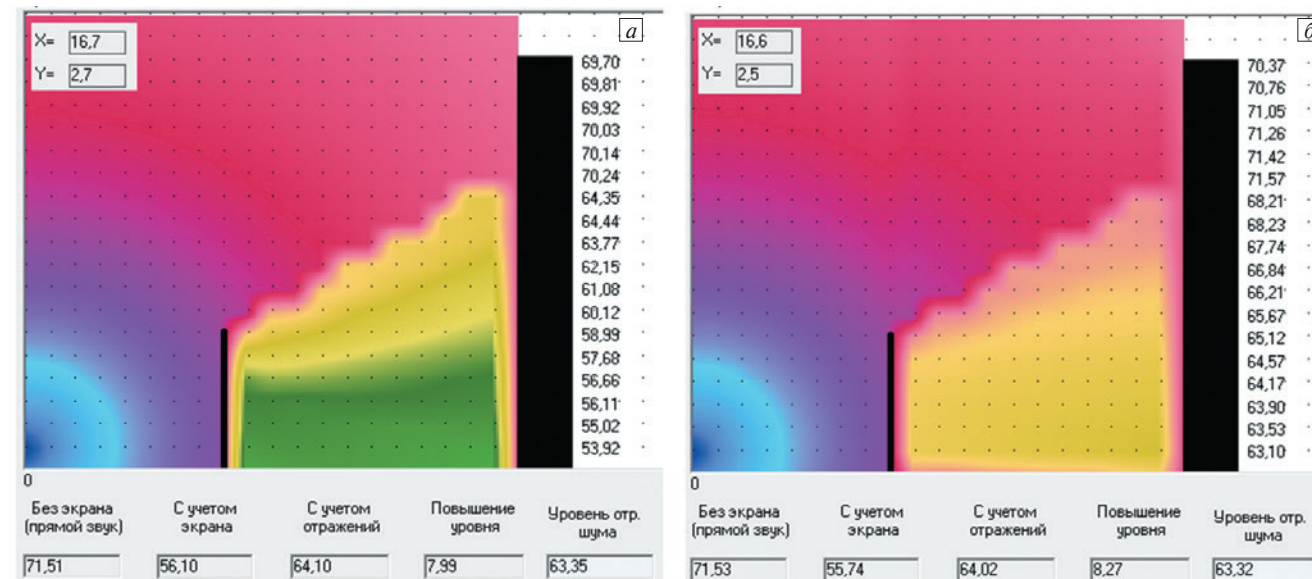


Рис. 2. Карта звукового поля между экраном и зданием: а – без учета отраженного звука; б – с учетом диффузного характера отражения звука от ограждений

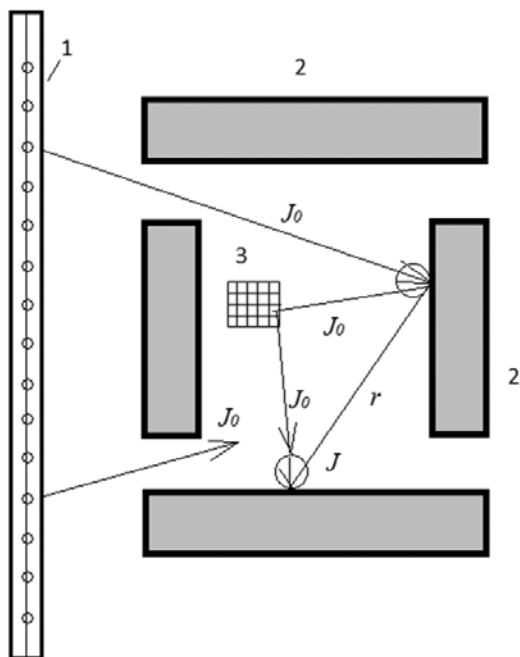


Рис. 3. Расчетная схема для оценки отраженного звука внутри жилой застройки: 1 – дорога; 2 – здания; 3 – внутриквартальный источник шума

интегрального уравнения Куттруфа [6, 7]. Ниже приводятся результаты использования данной методики для оценки шума, образующегося в городской застройке.

Оценка интенсивности отраженного звука между экраном и защищаемым зданием. В городской застройке для защиты зданий от транспортного шума могут использоваться протяженные шумозащитные экраны. Отраженный звук существенно влияет на их эффективность, особенно если экраны располагаются достаточно близко от зданий [8].

При расчетах автомобильные дороги представляются, как правило, в виде источников цилиндрических волн [9]. Звуковая энергия, дифрагируемая в зону акустической тени шумозащитного экрана, рассматривается как источник отраженного звука [10] (рис. 1). Формируемое отраженное звуковое поле между экраном и защищаемым зданием в таком случае допустимо считать двумерным. Интегральное уравнение интенсивности отраженной звуковой энергии будет иметь вид:

$$J = \int_P \frac{J(1 - \alpha) \cos(Q_i) \cos(Q_j) dP}{0,5\pi r} + J_0, \quad (1)$$

где  $J$  – погонная интенсивность звуковой энергии, Вт/м, поступающая на элемент ограждения, равная сумме интенсивностей, отраженных от всех участков ограждений  $dP$ , и интенсивности, приходящей непосредственно от источника шума  $J_0$ ;  $\alpha$  – коэффициент звукопоглощения элементарного участка ограждения;  $r$  – расстояние между двумя участками ограждения, м;  $Q_i$  и  $Q_j$  – углы между нормальными к участкам ограждений и линиями, их соединяющими, рад;  $P$  – общая протяженность ограждающих конструкций в поперечнике, м.

С использованием уравнения (1) разработана компьютерная программа, позволяющая производить оценку шумового поля между застройкой и экраном с учетом образующегося отраженного звука.

Пример результатов расчета параметров звукового поля между экраном и зданием показан на рис. 2, где даны изменения уровней звукового давления по высоте здания и приведена подробная информация для конкретной точки расчетного пространства. В расчетной точке теоретическая эффективность экрана составляет 16 дБА. Отраженный от ограждений шум снижает эту эффективность на 9 дБА, что согласуется с экспериментальными данными [2].

Расчет отраженной звуковой энергии в глубине жилой застройки. Расчет внутриквартального отраженного шума является более сложной и трудоемкой задачей, так как возрастает количество отражающих поверхностей и звуковое поле становится трехмерным. В этом случае рассеянная модель отражения звука от поверхностей позволяет использовать интегральное уравнение, описывающее распределение интенсивности звуковой энергии в трехмерном пространстве в виде:

$$J = \int_S \frac{J(1 - \alpha) \cos(Q_i) \cos(Q_j) dS}{\pi r^2} + J_0, \quad (2)$$

где  $S$  – общая площадь отражающих поверхностей, м<sup>2</sup>;  $dS$  – элемент ограждения, от которого отражается звуковая энергия. Остальные обозначения идентичны обозначениям в формуле (1). В пределах жилой застройки начальная интенсивность звука  $J_0$ , падающего на элемент ограждения, в общем случае складывается из интенсивности прямого звука от автомобильного транспорта и внутриквартальных источников шума (рис. 3).

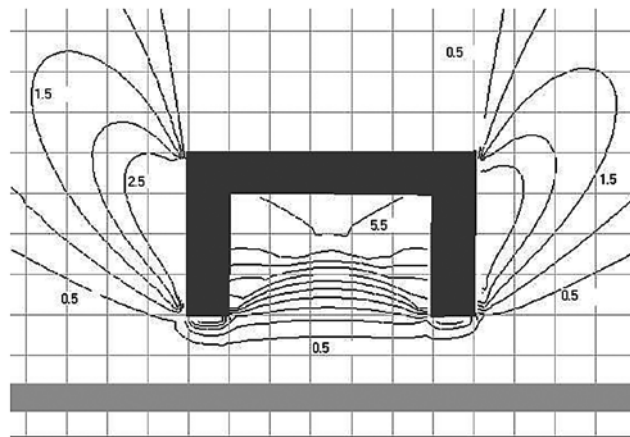
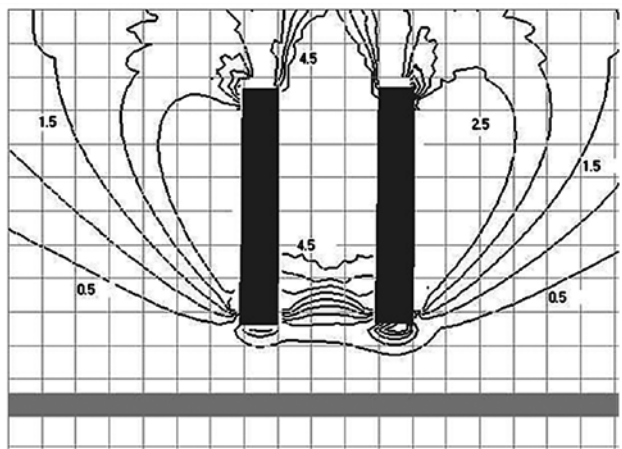


Рис. 4. Примеры карт повышения уровней звукового давления за счет отраженного звука

Уравнение (2) использовано в компьютерной программе по расчету и проектированию средств защиты застройки от транспортного и внутриквартальных источников шума. Примеры повышения уровней шума в застройке за счет отраженного звука даны на рис. 4.

Выполненные расчеты показали, что повышение уровней шума за счет отраженного звука зависит от конкретных планировочных ситуаций и может составлять 2–9 дБА, что

в ряде случаев больше принимаемого в современных методиках повышения на 3 дБА.

В целом результаты выполненной авторами работы показали необходимость проведения дальнейших исследований по созданию надежного метода расчета отраженной составляющей шума, позволяющего учитывать ее в структуре шумового поля застройки и тем самым оценивать влияние на эффективность шумозащитных мероприятий в жилой застройке.

### Список литературы

1. Иванов Н.И., Куклин Д.А., Матвеев П.В. Пути решения проблемы шума железнодорожного транспорта на территории жилой застройки. *Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов: Сборник трудов V международного экологического конгресса*. Москва. 2015. С. 179–184.
2. Николов Н.Д., Шубин И.Л. Экспериментальное исследование вклада отраженного звука в звуковые поля на территории фронтальной застройки // *Приволжский научный журнал*. 2009. № 3. С. 59–64.
3. Овсянников С.Н., Овсянников М.С. Автоматизированный расчет и построение цифровых карт акустического загрязнения примагистральных территорий городов // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. 2011. № 3 (32). С. 108–115.
4. Шубин И.Л., Цукерников И.Е., Тихомиров Л.А., Никифоров А.В. Расчет автодорожного шума жилого района Москвы с использованием двух программных средств // *Жилищное строительство*. 2013. № 6. С. 2–5.
5. Любелский В.В. Анализ акустического режима городских территорий с использованием компьютерного моделирования. *Строительная физика в XXI веке. Материалы научно-технической конференции*. М.: НИИСФ РААСН, 2006. С. 353–355.
6. Kuttruff H. Nachhall und effektive Absorption in Räumen mit diffuser Wandreflexion // *Acustica*. 1976. Vol. 35. No. 3, pp. 141–153.
7. Shubin, I.L., Antonov A.I., Shelkovnikov D.Y., Sorokina I.L. Registration of the Sound Reflection While Evaluating the Efficiency of the Acoustic Screens. *The Ninth International Congress on Sound and Vibration. University of Central Florida Orlando. Florida. USA. 8–11 July. 2002*, pp. 82–83.
8. Шубин И.Л., Шелковников Д.Ю. Отраженный шум как фактор, влияющий в условиях городской застройки на акустическую эффективность экранирования. *Современные проблемы строительства и реконструкции зданий и сооружений*. Материалы междунар. науч.-техн. конф. Вологда, 2003. С. 290–293.
9. Антонов А.И., Леденев В.И., Соломатин Е.О. Расчеты уровней прямого звука от линейных источников шума, располагающихся на промышленных предприятиях и в городской застройке // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура*. 2013. № 31–1 (50). С. 329–335.
10. Антонов А.И., Шелковников Д.Ю., Шубин И.Л. Автоматизация расчета и проектирования средств защиты застройки от транспортного шума. *Архитектурная акустика. Шумы и вибрации: Сборник трудов XI сессии Российского акустического общества*. М.: НИИСФ РААСН, 2000. Т. 4. С. 51–54.

### References

1. Ivanov N.I., Kuklin D.A., Matveev P.V. Puti resheniya problemy shuma zheleznodorozhnogo transporta na territorii zhiloy zastroyki. *Ecology and life safety of industrial transport complexes. Papers of the fifth international ecological congress*. 2015, pp. 179–184.
2. Nikolov N.D., Shubin I.L. Eksperimental'noe issledovanie vklada otrazhennogo zvuka v zvukovye polya na territorii frontal'noj zastroyki. *Privolzhskij nauchnyj zhurnal*. 2009. No. 3, pp. 59–64. (In Russian).
3. Ovsyannikov S.N., Ovsyannikov M.S. Avtomatizirovannyj raschet i postroenie cifrovyykh kart akusticheskogo zagryazneniya primagistral'nykh territorij gorodov. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arxitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2011. No. 3 (32), pp. 108–115. (In Russian).
4. Shubin I.L., Czukernikov I.E., Tixomirov L.A., Nikiforov A.V. Raschet avtodorozhnogo shuma zhilogo rajona Moskvy s ispol'zovaniem dvux programmnykh sredstv. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 6, pp. 2–5. (In Russian).
5. Lyubel'skij V.V. Analiz akusticheskogo rezhima gorodskix territorij s ispol'zovaniem komp'yuternogo modelirovaniya. *Stroitel'naya fizika v XXI veke. Papers of scientific conference*. Moscow: NIISF RAASN, 2006, pp. 353–355.
6. Kuttruff H. Nachhall und effektive Absorption in Räumen mit diffuser Wandreflexion. *Acustica*. 1976. Vol. 35. No. 3, pp. 141–153.
7. Shubin, I.L., Antonov A.I., Shelkovnikov D.Y., Sorokina I.L. Registration of the Sound Reflection While Evaluating the Efficiency of the Acoustic Screens. *The Ninth International Congress on Sound and Vibration. University of Central Florida Orlando. Florida. USA. 8–11 July. 2002*, pp. 82–83.
8. Shubin I.L., Shelkovnikov D.Yu. Otrazhennyj shum kak faktor, vliyayushhij v usloviyax gorodskoj zastroyki na akusticheskuyu effektivnost' ekranirovaniya. *Modern problems of construction and reconstruction of buildings and structures*. Papers of scientific conference. Vologda. 2003, pp. 290–293.
9. Antonov A.I., Ledenev V.I., Solomatin E.O. Raschety urovnej pryamogo zvuka ot linejnykh istochnikov shuma, raspolagayushhixsya na promyshlennykh predpriyatiyax i v gorodskoj zastroyke. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arxitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arxitektura*. 2013. No. 31–1 (50), pp. 329–335. (In Russian).
10. Antonov A.I., Shelkovnikov D.Yu., Shubin I.L. Avtomatizaciya rascheta i proektirovaniya sredstv zashhity zastroyki ot transportnogo shuma. *Architectural acoustics. Noises and vibrations: Sat. of the proceedings of the XI session of the Russian Acoustical Society*. Moscow: NIISF RAASN, 2000. Vol. 4, pp. 51–54.

## Преимущества ПЕНОПЛЭКС® как заполнителя деформационных швов

Многоэтажные и многосекционные здания, обладающие значительной массой и протяженностью, в течение срока эксплуатации подвергаются воздействию различных деформационных сил, возникающих из-за колебания температуры воздуха, неравномерной осадки грунта или сейсмической активности, что особенно актуально для Кавказа, Крыма, южной части Сибири и Дальнего Востока России.

В результате деформаций снижается несущая способность здания и могут появиться трещины в стенах и других конструкциях. Для уменьшения нагрузок на элементы конструкций в местах возможных деформаций в современном монолитном домостроении активно применяется система деформационных швов.

Деформационные швы представляют собой своего рода разрез в конструкции здания, разделяющий сооружение на отдельные блоки и тем самым придающий ему некоторую степень упругости.

В зависимости от специфики архитектурно-технического решения здания, природно-климатических условий и инженерно-геологических возможностей при строительстве зданий и сооружений выделяют деформационные швы следующих видов:

- температурные;
- усадочные;
- осадочные;
- антисейсмические.

**Температурные швы** делят здание на отсеки от уровня земли до кровли включительно, не затрагивая фундамента, который, находясь ниже уровня земли, испытывает температурные колебания в меньшей степени и, следовательно, не подвергается существенным деформациям. Расстояние между температурными швами определяется в зависимо-

сти от материала стен и расчетной зимней температуры региона строительства.

Усадочные швы делают в стенах, возводимых из монолитного бетона различного типа. Монолитные стены при затвердевании бетона уменьшаются в объеме. Усадочные швы препятствуют возникновению трещин, снижающих несущую способность стен. В процессе достижения необходимой прочности монолитных стен ширина усадочных швов увеличивается, а после завершения усадки стен швы тщательно заделывают.

Неравномерная деформация грунта может привести к появлению трещин в стенах и других конструкциях здания. Другой причиной неравномерной осадки грунтов основания сооружения могут быть различия в его составе и структуре в пределах площади застройки здания. Во избежание появления опасных деформаций в зданиях формируют осадочные швы. Эти швы в отличие от температурных разрезают здание по всей их высоте, включая фундаменты.

**Антисейсмические швы** применяются в зданиях, строящихся в районах, которые подвержены землетрясениям. Они разрезают здание на отсеки, конструктивно представляющие собой самостоятельные устойчивые объемы. По линиям антисейсмических швов располагают двойные стены или двойные ряды несущих стоек, входящих в систему несущего остова соответствующего отсека.

### Применение ПЕНОПЛЭКС® в системах деформационных швов

С целью герметизации деформационные швы заполняются прочными изоляционными материалами. Идеальным наполнителем для систем деформационных швов является ПЕНОПЛЭКС®, поскольку он не только играет роль упругого



Система деформационных швов с применением ПЕНОПЛЭКС®



ЖК «Три ветра», Санкт-Петербург. Пример применения ПЕНОПЛЭКС® в системе деформационных швов



буфера между конструкциями, но и выполняет функцию теплоизоляции в конструкциях стен и фундаментов. Свойства ПЕНОПЛЭКС® идеально подходят для применения в деформационных швах:

- **Высокая прочность при сжатии** (не менее 0,20 МПа). Материал не крошится и не осыпается как в процессе монтажа, так и в течение всего срока службы.

- **Низкое водопоглощение.** За счет замкнутой ячеистой структуры теплоизоляция ПЕНОПЛЭКС® обладает нулевым водопоглощением.

- **Биостойкость.** Теплоизоляция ПЕНОПЛЭКС® обладает абсолютной биостойкостью и не подвержена биоразложению. По результатам тестирования образцов материала на биостойкость в присутствии влаги доказано, что за счет минимального водопоглощения ПЕНОПЛЭКС® не является матрицей для размножения разного вида микроорганизмов.

- **Неизменно низкий коэффициент теплопроводности** ( $\lambda = 0,032$  Вт/(м·К)) обеспечивает стабильные теплотехнические свойства независимо от условий эксплуатации.

- **Долговечность.** Долговечность материала более 50 лет. Еще в 2001 г. компания «ПЕНОПЛЭКС СПб» провела испытания теплоизоляционных плит в Научно-исследовательском институте строительной физики по определению долговечности материала при реальных условиях эксплуатации. Результаты испытаний показали, что материал сохраняет свои свойства в течение как минимум 50 лет (НИИСФ РААСН, протокол испытаний № 132-1 от 29 октября 2001 г.).

#### **Основные преимущества ПЕНОПЛЭКС® в системах деформационных швов:**

- применение ПЕНОПЛЭКС® в деформационных и температурных швах позволяет конструкции **выдерживать высокие нагрузки и значительные температурные колебания;**

- ПЕНОПЛЭКС® способен **компенсировать напряжения сопрягаемых элементов усадочных швов** с большой амплитудой колебания;

- благодаря тому, что теплоизоляция ПЕНОПЛЭКС® обладает **нулевым водопоглощением**, влага не скапливается в толще утеплителя, не расширяется в объеме под воздействием сезонных и суточных температурных колебаний и не разрушает структуру материала на протяжении всего срока службы;

- широкая линейка видов теплоизоляции ПЕНОПЛЭКС® дает возможность подобрать материал, отвечающий проектным, климатическим и сейсмическим условиям.

Система деформационных швов с ПЕНОПЛЭКС® в качестве наполнителя активно применяется в современном монолитном домостроении. Например, с использованием данной технологии были возведены элитные жилые комплексы в Санкт-Петербурге – «Три ветра» и «Смольный проспект». Новые кварталы кардинально различаются своим внешним



*Гостиничный комплекс «Царев сад» на Софийской набережной, г. Москва. Применение системы деформационных швов между строящимся и существующем зданием.*

видом и местоположением: «Три ветра» со зданиями в стиле модерн располагаются на небольшом мысе в акватории Финского залива, а величественный классический «Смольный проспект» – в историческом центре Северной столицы. Объединяют их высокие стандарты строительства и активное применение современных материалов и технологий.

С применением системы деформационных швов также возводились знаковые объекты в Москве, среди которых проект комплексной реконструкции и приспособления под современное использование Центрального стадиона «Динамо» и прилегающей к нему территории комплекса «ВТБ Арена парк», а также гостиничный комплекс на Софийской набережной и ЖК «Царев сад».

ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко совместно с Техническим отделом ООО «ПЕНОПЛЭКС СПб» были разработаны рекомендации по применению плит ПЕНОПЛЭКС® в качестве эффективного заполнителя систем деформационных швов конструкций фундаментов и стен зданий и сооружений. Рекомендации разработаны в соответствии с требованиями актуальных СП: СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия»; СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции»; СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений».

Разработанный документ является готовым справочником в области проектирования деформационных швов различного типа и может представлять большой интерес для представителей строительных и проектных организаций. Документ доступен для скачивания на официальном сайте компании «ПЕНОПЛЭКС»: <http://www.penoplex.ru/> в разделе «Проектные решения».

**А.В. Жеребцов,**  
руководитель технического отдела ООО «ПЕНОПЛЭКС СПб»



УДК 721

С.А. КИЗИЛОВА, архитектор (s.kizilova@markhi.ru)

Московский архитектурный институт (государственная академия) (107031, г. Москва, ул. Рождественка, 11/4)

## Возведение мобильных мегаструктур в водной среде: преимущества и перспективы

Современные технологии способствуют приспособлению водного пространства в качестве потенциальной среды обитания человека. Целью статьи является выявление преимуществ и перспектив возведения мобильных мегаструктур в водной среде. Ведущий подход к исследованию данной проблемы основан на системном анализе особенностей ведущих современных технологий возведения искусственных территорий. Рассмотрены характерные способы организации мобильных и стационарных мегаструктур на примере реализованных и концептуальных проектов из мировой практики. На основе выявленных особенностей выделяются преимущества и перспективы сооружения мобильных плавучих мегаструктур в сравнении со стационарными с точки зрения экологического воздействия, экономических затрат и социальных аспектов. Материалы статьи могут быть полезными для теоретического исследования и прогнозирования развития архитектуры в контексте альтернативных сред обитания, а также для практической реализации плавучих архитектурных сооружений.

**Ключевые слова:** архитектура в водной среде, плавучие сооружения, искусственные острова, мегаструктура, архитектурная футурология.

**Для цитирования:** Кизилова С.А. Возведение мобильных мегаструктур в водной среде: преимущества и перспективы // Жилищное строительство. 2018. № 8. С. 24–29.

S.A. KIZILOVA, Architect (s.kizilova@markhi.ru)  
Moscow Architectural Institute (State Academy) (11/4 Rozhdestvenka Street, 107031, Moscow, Russian Federation)

### Construction of Mobile Mega-Structures in Aquatic Environment: Advantages and Prospects

Modern technologies contribute to the adaptation of water space as a potential human habitat. The purpose of the article is to identify the advantages and prospects of the construction of mobile mega-structures in the water environment. The leading approach to the study of this problem is based on the system analysis of the features of the leading modern technologies for the construction of artificial territories. The characteristic methods of organization of mobile and stationary mega-structures are considered on the example of realized and conceptual projects from the world practice. On the basis identified features, the advantages and prospects of construction of mobile floating mega-structures are distinguished in comparison with stationary ones in terms of environmental impact, economic costs and social aspects. The materials of the article can be useful for theoretical research and forecasting of the development of architecture in the context of alternative habitats, as well as for the practical implementation of floating architectural structures.

**Keywords:** architecture in aquatic environment, floating structures, artificial islands, mega-structure, architectural futurology.

**For citation:** Kizilova S.A. Construction of mobile mega-structures in aquatic environment: advantages and prospects. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 8, pp. 24–29. (In Russian).

Динамические изменения климата способствуют поиску новых сред для жизни общества и развитию концепции жизни на воде. Для многих крупных городов выход к морю становится решением проблемы перенаселения и преодоления чрезмерной плотности застройки. С развитием технологий стало возможным осуществление масштабных проектов на искусственно возведенных территориях в океане. На смену традиционным технологиям, с помощью которых строились исторические сооружения на воде, приходят быстровозводимые, более экономически выгодные и предоставляющие уникальные возможности для проектирования.

**Актуальность.** Моделированием мегаструктур на воде в XX в. занимались Р.Б. Фуллер, группа «Аркигрэм», П.П. Солери, К. Танге, К. Кикутате. Термин «мегаструктура» был популяризован группой «Аркигрэм» в 1960-х гг. и обозначает целостную, автономную, постоянно изменяющуюся структуру большого масштаба [1]. В начале XXI в. проекты мегаструктур К. Шопфера, В. Коллбота, Ж. Ружери, А. Скижали-Вейса, А. Ремизова приобретают экологическую направленность [2]. В настоящее время исследователи Института Систейдинга в Сан-Франциско занимаются проектированием плавучей

мегаструктуры «Артизанополис» во Французской Полинезии (Lindsay C. The Seasteading Institute's floating cities are designed for unregulated innovation. 2 017. <https://www.dezeen.com/2017/07/24/seasteading-institute-floating-cities-designed-for-unregulated-innovation-architecture-mini-living-initiative/>. Дата обращения 27.05.2018). Архитекторы Д. Кунинг и К. Олтуис разрабатывают технологии возведения плавучих фундаментов для жилых и общественных сооружений на воде [3].

**Задача исследования.** Для того чтобы выявить преимущества и перспективы возведения мобильных мегаструктур в водной среде, необходимо проанализировать технологические способы реализации и примеры осуществленных и концептуальных проектов из мирового опыта сооружения архитектурных объектов на воде.

**Мировой опыт возведения мегаструктур в водной среде.** Среди современных мегаструктур в водной среде целесообразно выделить *стационарные*, не меняющие своего положения в пространстве, и *мобильные*, способные к перемещению.

**Стационарные мегаструктуры.** В настоящее время существует три наиболее характерных метода возведения

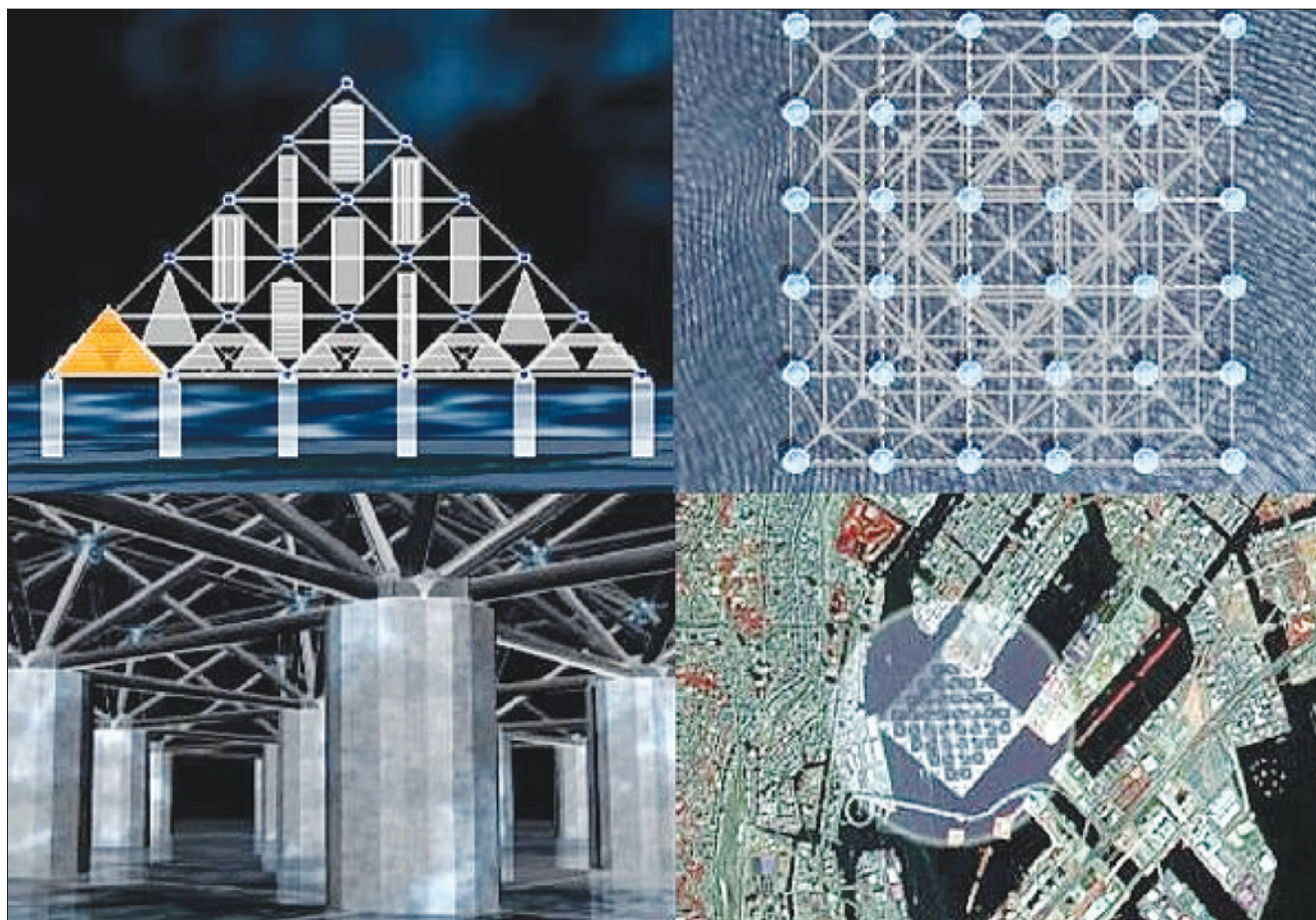


Рис. 1. «The Shimizu TRY 2004»

искусственных стационарных территориальных образований: свайный, гидромеханизированный, с использованием технологии Geotube.

Возведение искусственных территорий на сваях имеет многовековую историю: исторические города Санкт-Петербург, Венеция и Амстердам возводились на заболоченных территориях с использованием деревянных свай. Кочевые поселения на воде, образованные на границе Малайзии, Индонезии и Филиппин, возводили временные стоянки в виде сооружений на деревянных опорах. С развитием технологий в жилищном строительстве стали применяться металлические свайные фундаменты [4]. Футуристические проекты мегаструктур для Токийского залива «X-Seed 4000» и «The Shimizu TRY 2004» (рис. 1) представляют собой пирамиды, расположенные на высоких свайных основаниях, рассчитанных с учетом возможного поднятия уровня моря и сейсмической нагрузки.

Гидромеханизированный способ возведения территорий в водной среде подразумевает формирование искусственного грунтового основания на морском дне с использованием промышленных судов, оснащенных насосными станциями, перекачивающими ил, песок или грунт со дна рядом со строительной площадкой. При гидромеханизированном способе возводится кольцевой волнорез или опорная стенка, предотвращающая размывание сформированной основы острова. С помощью данного метода возводятся территории большого масштаба, такие как проект «Морской фасад» в Санкт-Петербурге площадью 476 га (Технологии образования территории. Terra Nova. 2017. [https://mfspb.ru/proekt-morskoj-](https://mfspb.ru/proekt-morskoj-fasad/tehnologiya.html)

[fasad/tehnologiya.html](https://mfspb.ru/proekt-morskoj-fasad/tehnologiya.html). Дата обращения 27.05.2018). Сооружение острова Пальм Джумейра в ОАЭ по данной технологии заняло два года и изменило характер морских течений, что привело к размыву береговой полосы и негативно отразилось на экологии Персидского залива [5–7].

Основа искусственной территории, созданной по современной технологии Geotube, формируется из цилиндрических контейнеров, наполняемых пульпой и завернутых в прочную геосинтетическую оболочку. Геотубы укладываются слоями на строительной площадке и оседают, пропуская воду, но сохраняя твердый грунт и песок внутри. После постепенной усадки геотубов надводная часть острова покрывается защитной оболочкой, уравнивается анкерами и засыпается сухим грунтом и песком. Оседание геотубов замедляет строительный процесс, поэтому для ускорения фильтрации применяют дорогостоящие полимеры. По данной технологии был сооружен остров Амвадж в Бахрейне (Marine structures. Geosystems. Geotube. Geocontainer. Geobag. Marine Engineering. [http://downloads.ntanet.it/public/Depliant\\_SITO/Altro/Case\\_History-Lavori\\_Marini.pdf](http://downloads.ntanet.it/public/Depliant_SITO/Altro/Case_History-Lavori_Marini.pdf). Дата обращения 27.05.2018; Jackson L., Dortland G. Geotube systems in coastal protection and marine construction. 2016. С. 1–14. <http://www.ecocoast.com/wp-content/uploads/2016/08/GeoTube-System-Coastal-Protection.pdf>) и территория международного аэропорта Ган в Мальдивах [8].

**Мобильные мегаструктуры.** Для возведения мобильных мегаструктур на воде формируются основания из различных природных и искусственных строительных материалов, не наносящих вреда экологии.



Рис. 2. Плавающие модули для Лагоса

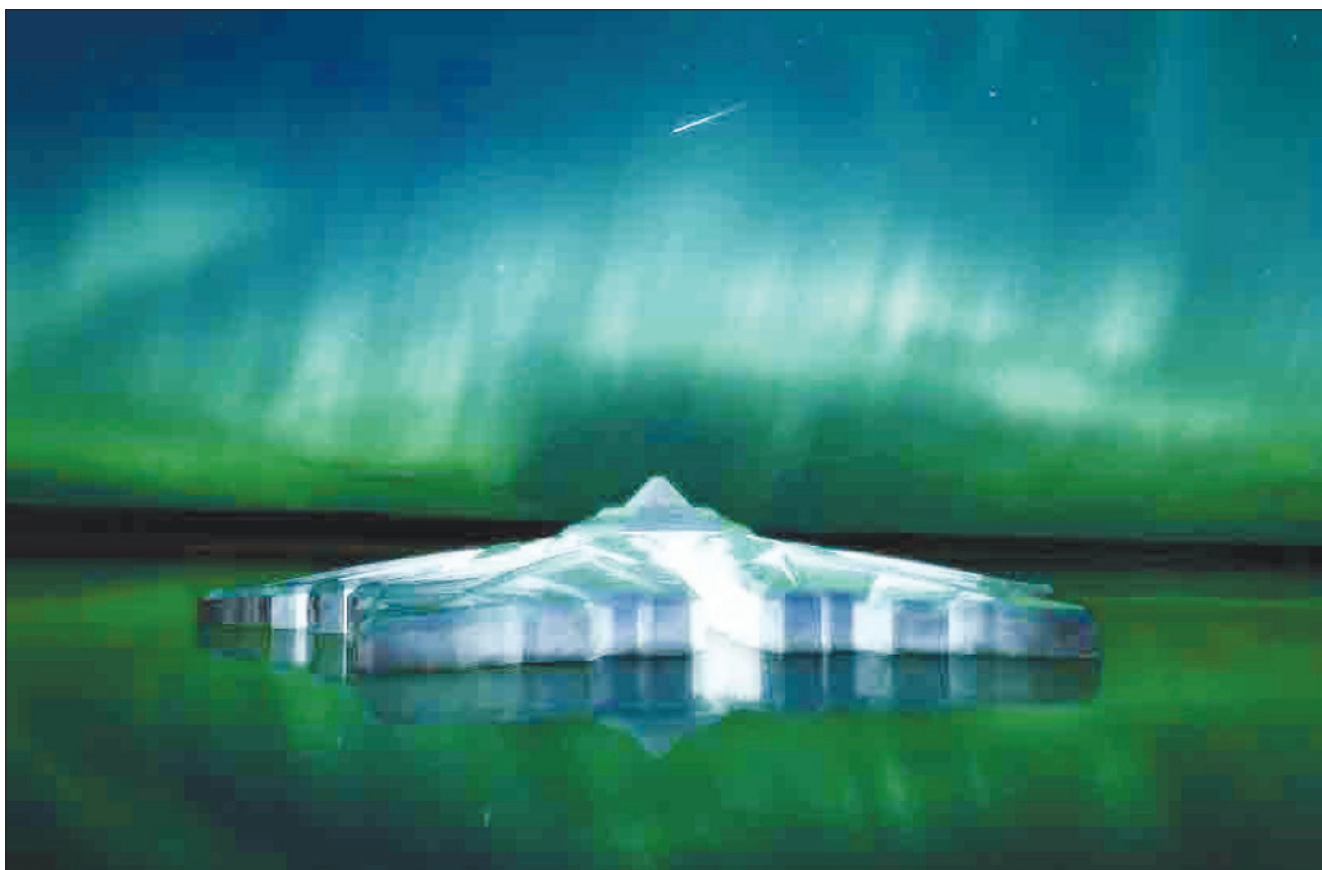


Рис. 3. Floating Crystal hotel



Рис. 4. Артизанополис во Французской Полинезии

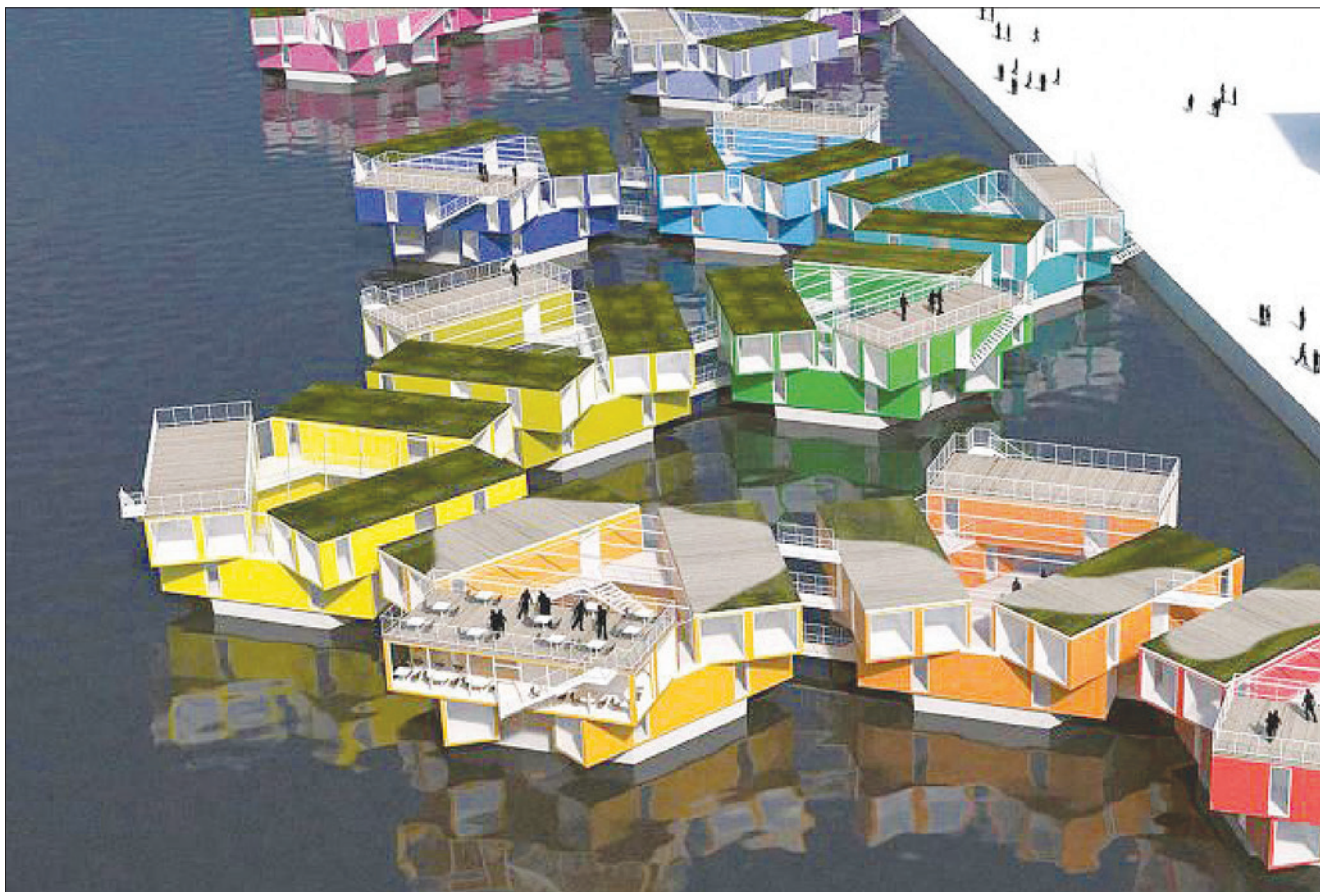


Рис. 5. Urban Rigger



Рис. 6. *Swimming City*

Плавающие сооружения на основаниях из природных материалов являются примером доступных инноваций. Для того чтобы решить проблему нехватки школ в стихийно разрастающихся «водных трущобах» Лагоса, архитектор К. Адейеми и компания NLE разработали проект пирамидальной плавающей школы на деревянном плоту (рис. 2). Конструкция имеет гибкую внутреннюю структуру и может быть реорганизована согласно текущим потребностям жителей, а также сопряжена в модули для формирования мегаструктуры на воде [9]. Архитектурное бюро Waterstudio разработало проект «Floating Crystal hotel» для Норвегии (рис. 3), выполняющий одновременно функции рекреации и хранилища пресной воды, способного перемещаться на значительные расстояния в рамках арктической климатической зоны.

Наиболее распространенным основанием для плавающих объектов являются конструкции из бетона. Современный жилой район на озере Иссель в Амстердаме формирует малоэтажная застройка на полых фундаментных баках из бетона. В ходе эксплуатации выявилась недостаточная устойчивость конструкции и понадобились дорогостоящие меры по утяжелению плавучих фундаментов. В настоящее время архитектурное бюро Waterstudio занимается разработкой плавучих оснований с наполнением из пенополистирола и аэрированного бетона. Модульные острова, разработанные Институтом Систейдинга для Французской Полинезии (рис. 4), будут расположены на железобетонных понтонах в форме пятигранника [10]. Плавающие модули студенческих общежитий «Urban Rigger» архитектурного бюро BIG (рис. 5) также разработаны с использованием армированных бетонных оснований [11]. Футуристический проект плавающей мегаструктуры «Ковчег» архитектора К. Шопфера, способный противостоять наводнениям в Новом Орлеане, имеет фундамент из ячеистого железобетона. Биоклиматическое энергоавтономное здание по проекту А.Н. Ремизова имеет плавучее основание из фибробетона [12].

Современные проекты обитаемых мегаструктур в водной среде нередко заимствуют технологии, широко используемые в промышленности. Платформы SPAR, Troll A, EVA-4000, предназначенные для разработки глубинных месторождений нефти и газа, имеют технические и служебные помещения в надводной части и балластные грузы, расположенные в массивных опорах под водой. Проекты мегаструктур «ClubStead» Института Систейдинга, «Swimming City» архитектора А. Джиорфи (рис. 6), водоскреба «HO2+» архитектора С. Саркум имеют подводные основания с балластными грузами и техническими установками. В надводной части располагаются жилые корпуса, растениеводческие и животноводческие фермы, электростанции, вырабатывающие энергию солнца, ветра и океанских течений [13–16].

**Преимущества и перспективы.** Анализ примеров из мирового опыта возведения стационарных и мобильных мегаструктур позволяет выделить характерные особенности технологического процесса и эксплуатации. Стационарные мегаструктуры подразумевают значительные временные затраты, наличие большого количества специальной техники для работы на строительном участке, нередко использование спутниковых технологий для выполнения сложного пространственно-композиционного рисунка плана. Максимальная отметка глубины водоема, на территории которого запланировано возведение основы острова, не должна превышать 30 м. Искусственные острова требуют постоянного мониторинга и поддерживающих мероприятий в случае размыва основания. Зачастую стационарные мегаструктуры нарушают естественный характер течений и наносят ущерб экологии акватории.

Мобильные мегаструктуры способны изменять положение в пространстве и подходят для размещения на глубоководье. Элементы каркаса мобильных мегаструктур могут быть предварительно изготовлены на предприятии и собраны непосредственно на строительной площадке, что способно существенно сократить время на возведение со-

оружения. В отличие от стационарных мегаструктур мобильные сооружения не меняют качества естественного водного ландшафта и не влияют на жизнь природных биоценозов.

Напротив, мобильные мегаструктуры способны предоставить новые площади для размещения ферм и производств, сформировав автономную устойчивую среду обитания, вырабатывающую собственные ресурсы. Способные перемещаться в любую точку мира, плавучие мегаструктуры послушают импульсом к возникновению новых интернациональных социальных взаимодействий и, вероятно, изменят политическую карту мира. Сократится время, необходимое человеку

для того, чтобы добраться до дома, места работы, обеспечить себя продуктами питания и удовлетворить иные потребности.

**Выводы.** Формирование мобильных мегаструктур в водной среде обладает рядом существенных преимуществ по сравнению со стационарными сооружениями. Учитывая изменчивость экологического состояния окружающей среды, общего стремления к формированию автономных устойчивых пространств обитания и повышению доступности и мобильности архитектурной среды, возможно сделать прогноз, что мобильные мегаструктуры станут более целесообразными и эффективными, чем статичные, в будущем.

#### Список литературы

1. Сапрыкина Н.А. Футурологические концепции XX века как инновационный прогноз // *Architecture and Modern Information Technologies*. 2015. № 4 (33). С. 1–16.
2. Сапрыкина Н.А. Формирование экоустойчивой среды обитания будущего: Теория. Практика. Перспективы. Saarbrücken (Германия): Palmarium Academic Publishing. 2017. 232 с.
3. Olthuis K., Keuning D. Float! Building on Water to Combat Urban Congestion and Climate Change. Amsterdam: Frame Publishers. 2010. 304 с.
4. Экономов И.С. Современная типология архитектурных объектов на воде // *Academia. Архитектура и строительство*. 2010. № 4. С. 47–52.
5. Силкина Е.Е., Улицкая Н.Ю., Акимова М.С. Создание искусственных островов в России и за рубежом // *СтройМного*. 2017. № 2 (7). С. 1–7.
6. Кизилова С.А. Предпосылки возведения искусственных островных территорий XXI века // *Architecture and Modern Information Technologies*. 2018. № 1 (42). С. 187–200.
7. Jazairy E.H. Imaging Dubai's Palm Islands // *Topos: Landscape strategies*. 2009. № 66. С. 46–51.
8. Семенов Д.А., Калoshiна С.В. Инновационные технологии строительства искусственных островов // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета*. 2016. № 4 (7). С. 80–92.
9. Adeyemi K. African water cities // *Architectural Design*. 2012. № 82 (5), September/October. С. 98–101.
10. Quirk J., Friedman P. Seasteading: How Floating Nations Will Restore the Environment, Enrich the Poor, Cure the Sick, and Liberate Humanity from Politicians. New York: Free Press. 2017. 366 с.
11. Трошина М. Большой фантазер // *Проект International*. 2016. № 42. С. 100–101.
12. Ремизов А.Н. Энергоавтономное биоклиматическое здание // *Жилищное строительство*. 2011. № 12. С. 10–12.
13. Токарев И.Г. Развитие архитектурно-конструктивных типов плавучих оснований // *Архитектон: Известия вузов*. 2012. № 38. <http://archvuz.ru/node/1922> (Дата обращения 27.05.2018).
14. Ashraf K.K. Fluid space // *The Architectural Review*. 2017. № 1442. С. 8–14.
15. Hoogendoorn E. Seasteading Engineering Report Part 1: Assumptions & Methodology. *The Seasteading Institute*. 2018. С. 1–46. [http://seasteadingorg.wpengine.com/wp-content/uploads/2015/12/Feb2011\\_Report\\_p1.pdf](http://seasteadingorg.wpengine.com/wp-content/uploads/2015/12/Feb2011_Report_p1.pdf) (Дата обращения 27.05.2018).
16. Logan K. Noah's Ark-itecture // *Architectural record*. 2017. № 4. С. 219–223.

#### References

1. Saprykina N.A. Futures Concept of the 20<sup>th</sup> Century as an Innovative Forecast. *Architecture and Modern Information Technologies*. 2015. No. 4 (33), pp. 1–16. (In Russian).
2. Saprykina N.A. Formirovaniye eko-ustoychivoy sredy obitaniya buduschego. Teoriya Praktika Perspektivy [Formation of an eco-sustainable living environment of the future: Theory Practice Perspectives]. Saarbrücken (Germany): Palmarium Academic Publishing. 2017. 232 p.
3. Olthuis K., Keuning D. Float! Building on Water to Combat Urban Congestion and Climate Change. Amsterdam: Frame Publishers. 2010. 304 p.
4. Ekonomov I.S. Modern Typology of Architectural Objects Situated on Water. *Academia. Arkhitektura I stroitel'stvo*. 2010. No. 4, pp. 47–52. (In Russian).
5. Silkina E.E., Ulitskaya N.Yu., Akimova M.S. Creation of artificial islands in Russia and abroad. *StroyMnogo*. 2017. No. 2 (7), pp. 1–7. (In Russian).
6. Kizilova S.A. Prerequisites for the Construction of Artificial Island Territories of the XXI Century. *Architecture and Modern Information Technologies*. 2018. No. 1 (42), pp. 187–200. (In Russian).
7. Jazairy E.H. Imaging Dubai's Palm Islands. *Topos: Landscape strategies*. 2009. No. 66, pp. 46–51.
8. Semenov D.A., Kaloshina S.V. Innovative technology construction of artificial islands. *PNRPU Bulletin. Construction and Architecture*. 2016. No. 4 (7), pp. 80–92. (In Russian).
9. Adeyemi K. African water cities. *Architectural Design*. 2012. No. 82 (5), September/October. pp. 98–101. (In Russian).
10. Quirk J., Friedman P. Seasteading: How Floating Nations Will Restore the Environment, Enrich the Poor, Cure the Sick, and Liberate Humanity from Politicians. New York: Free Press. 2017. 366 p.
11. Troshina M. Big Dreamer. *Proyekt International*. 2016. No. 42, pp. 100–101.
12. Remizov A.N. Energy-autonomous bioclimatic building. *Zhilishnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2011. No. 12. pp. 10–12. (In Russian).
13. Tokarev I.G. Development of architecturally-constructive types of floating bases. *Arkhitektion: izvestiya vuzov*. 2012. No. 38. <http://archvuz.ru/node/1922> (Date of access 27.05.2018). (In Russian).
14. Ashraf K. K. Fluid space. *The Architectural Review*. 2017. No. 1442, pp. 8–14.
15. Hoogendoorn E. Seasteading Engineering Report Part 1: Assumptions & Methodology. *The Seasteading Institute*. 2018, pp. 1–46. [http://seasteadingorg.wpengine.com/wp-content/uploads/2015/12/Feb2011\\_Report\\_p1.pdf](http://seasteadingorg.wpengine.com/wp-content/uploads/2015/12/Feb2011_Report_p1.pdf) (Date of access 27.05.2018).
16. Logan K. Noah's Ark-itecture. *Architectural record*. 2017. No. 4, pp. 219–223.

УДК 379.8.093

СЯ ЦИН, архитектор (xiaqing900520@mail.ru)  
И.С. РОДИОНОВСКАЯ, канд. архитектуры (RodiIS@yandex.ru)Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет  
(129337, г. Москва, Ярославское ш., 26)

## Системный подход к формированию рекреационно-досуговой среды мегаполиса

Негативное экологическое качество современной архитектурной среды в условиях активного развития субурбанизации в большинстве крупных и крупнейших городов мира заставляет современное зодчество искать новые оптимизационные пути ее пространственной организации. Еще в 1933 г. в Афинах на IV конгрессе Международной организации архитекторов CIAM была выработана Афинская хартия, в которой сформулированы и проанализированы четыре основные функции города – работа, жилище, отдых и передвижение. Оптимизационный подход к формированию полноценного рекреационного пространства для населения современных субурбанистических поселений связан с активным ландшафтным благоустройством пространства, причем в стилистике традиционной архитектуры. В Китае решение этой важной проблемы связано с необходимостью учета особенностей не только местных природных условий страны и современных социоурбанистических инноваций, но и этнокультурного национального контекста, исторически сложившегося и существующего поныне на данной территории, и планированием развития рекреационно-досуговой среды.

**Ключевые слова:** субурбанизация, рекреационное пространство, численность населения, Афинская хартия, аркология, рекреационно-досуговая среда, китайская стилистика, архитектурный ландшафт, озеленение фасадов, этнокомфортность.

**Для цитирования:** Цин Ся, Родионовская И.С. Системный подход к формированию рекреационно-досуговой среды мегаполиса // *Жилищное строительство*. 2018. № 8. С. 30–34.

XIA QING, Architect (xiaqing900520@mail.ru), I.S. RODIONOVSKAYA, Candidate of Architecture (RodiIS@yandex.ru)  
Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (26, Yaroslavskoye Highway, Moscow, 129337, Russian Federation)

### System Approach to Formation of Recreation-Leisure Environment of Megapolis

The negative ecological quality of the modern architectural environment under the conditions of active development of the sub-urbanization in most large and largest cities of the world, makes the modern architecture look for new optimization ways of its spatial organization. As early as 1933 in Athens at the Fourth Congress of the International Organization of Architects (CIAM) the Athens Charter, which formulated and analyzed the four main functions of the city – work, housing, recreation and movement, was developed. The optimization approach to the formation of a full-fledged recreational space for the population of modern suburbanistic settlements is associated with active landscape improvement of the space, and in the style of traditional architecture at that. In China, the solution of this important problem is connected not only with the need to take into account the local natural conditions of the country and modern socio-urbanistic innovations, but also the ethno-cultural national context, historically established and existing today in this territory and planning of the development of recreational and leisure environment.

**Keywords:** suburbanization, recreation space, number of population, Athens Charter, arcolology, recreation-leisure environment, Chinese stylistic, architectural landscape, greening of facades, ethno-comfortability.

**For citation:** Qing Xia, Rodionovskaya I.S. System approach to formation of recreation-leisure environment of megapolis. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 8, pp. 30–34. (In Russian).

В условиях высокой субурбанизации среды при формировании высотной и высокоплотной застройки фактически нарушается неразрывный симбиоз человека с природой, который является базовой основой его существования и развития. В этой связи обеспечить в крупных и крупнейших городах равновесие природы и архитектуры – неотложная проблема зодчества настоящего времени (рис. 1).

Рост городского населения и уплотнения городской застройки придает особую важность проблеме создания зон экологического комфорта. Основное требование к урбанистической среде – развитие города при условии улучшения качества чистого воздуха, воды, зеленого пространства и тишины, чего так не хватает современному человеку с

его ускоренным ритмом жизни в городах и мегаполисах. В основе всех социальных проблем Китая лежит демографическая проблема, усугубляемая геоклиматическими условиями КНР. При этом количество населения уже давно и значительно превысило возможности окружающей среды. На конец 2016 г. население Китая составляло 1 млрд 382 млн 717 тыс. 837 чел. (<https://ekd.me/2017/11/naselenie-kitaya-priblizilos-k-otmetke-14-mlrd-chelovek/>).

С конца 1920-х гг. функционализм получил распространение в Европе, а также появился в США, Южной Америке и Японии. На международной выставке в Нью-Йорке функционализм получил название *интернационального* стиля. В 1933 г. в Афинах на конгрессе Международной организации архитекторов (CIAM) была выработана Афинская





Рис. 1. Уплотнение городской застройки и повышение этажности в Шанхае (Китай)

хартия, в которой проанализированы четыре основные функции города – работа, жилище, отдых и передвижение. В хартии было выдвинуто требование запретить размещение жилых домов вдоль транспортных магистралей, отводить для жилища и транспорта разные зоны; жилища необходимо размещать в среде, где много солнца и свежего воздуха; продолжением жилища должны стать зеленые зоны в каждом квартале, в которых будут размещаться здания и сооружения общественного назначения: ясли, дошкольные учреждения, школы, клубы для молодежи, культурные и спортивные учреждения, читальные и игровые павильоны, спортивные площадки, беговые дорожки и открытые плавательные бассейны.

В Афинской хартии было заложено понятие *пространство для отдыха*, отдых разделен на три категории (повседневный, еженедельный, ежегодный), определено размещение территории для отдыха (вблизи жилища, в прилегающих к городам зонах, на разных континентах).

Программа отдыха, разработанная в Афинской хартии, включала разнообразные мероприятия и специальные сооружения: организацию коллективных и индивидуальных прогулок в живописных местах, различных видов спорта и зрелищ; возведение гостиниц, турбаз, таверн, молодежных лагерей; рациональное использование транспортных средств доставки населения к местам отдыха.

Как известно, архитектура формирует пространственную среду для основных жизнеобеспечивающих функций населения: труд – быт – отдых. Как представляется, в этой системе наименее экологически оптимизирована в настоящее время функция отдыха.

В настоящее время современный характер высокоинтенсивной жизни человека-горожанина не всегда позволяет активно пользоваться рекреационным пространством, так как в бюджете времени суточного, недельного и даже месячного периода остается минимум времени для отдыха. В этой связи перед современной архитектурой встает проблема обеспечения условий рекреации в местах основной жизнедеятельности, особенно в жилище. Эта проблема усугубляется крайне негативной экологической обстановкой в городах, особенно крупных, крупнейших и в мегаполисах [1–5].

Обеспечение экологически полноценной среды рекреационной деятельности человека позиционируется как проблема устойчивости его жизни. Именно поэтому она



Рис. 2. Китайская стилистика архитектурного ландшафта

должна рассматриваться в контексте и более общих процессов социокультурного развития общества, и с позиции современного природопользования, и в аспекте субурбанистического градоархитектурного формирования и устойчивого развития среды и жизни народонаселения. Это дает возможность выявить реальные тенденции в генерировании различных экологических проблем, а также определить пути их решения [6–10].

В практике это активизирует поиск новых высокоэффективных решений как в теоретическом, так и в практическом плане. В этой связи не представляется случайным возникновение и развитие в зодчестве нового современного направления, которое в терминологическом аппарате уже зафиксировалось особым инновационным понятием *аркология* (архитектура + экология), декларирующим необходимость эколого-доминантного подхода при разработке оптимизационных решений архитектурного формирования и формообразования всех новых и реконструируемых объектов зодчества в мегаполисе.

Программа обеспечения комфортности – архитектурное формирование пространств рекреационно-досуговой среды (РДС) с обеспечением многофункциональности их использования для реализации разнообразных форм отдыха и досуга.

Как представляется, системный подход к формированию полноценной рекреационно-досуговой среды мегаполисов для населения современных субурбанистических поселений можно разделить на несколько уровней.

### Уровень 1

#### Базовый принцип – «нетронутая природа»

При формировании РДС требуется средозащита природной среды:

- комплексная охрана ландшафта в целом и в компонентах;
- регламентация антропогенных нагрузок;
- ограничение доступа людей в уникальные пространства природной среды;
- охрана мест растительности, рельефа, почвы, водоемов;
- ограничение непосредственного контакта людей с ландшафтными компонентами природы;
- формирование мест массовой дислокации посетителей при реализации их рекреационно-досуговых функций;

- градоархитектурное формирование специальных объектов для досуга и рекреации;
- формирование и обустройство трасс движения людей в природных зонах естественного ландшафта;
- регламентация плотности посещаемости мест естественных природных угодий.

### Уровень 2

#### Базовый принцип – функционально-средовая этно-комфортность

Характер градоархитектурного средообеспечения:

- активное развитие ландшафтно-архитектурного фонда в структуре урбанотропной среды;
- формирование эколого-защищенного пространства;
- специальное обустройство среды;
- комплексное благоустройство в этно-экоэстетике;
- многофункциональность пространства;
- эстетичность дизайна.

### Уровень 3

#### Базовый принцип – архитектурная среда в стилистике китайской ландшафтной культуры

Характер организации архитектурно-ландшафтной среды (рис. 2):

- озеленение внутренней среды;
- интеграция ландшафтных компонентов с архитектурными формами;
- формирование объектов архитектуры мегаурбанистической среды в ключе «зеленой архитектуры»;
- использование типологически разных приемов структурного формирования среды;
- использование объектов различной функциональной типологии;
- озеленение помещений;
- формирование «садового» жилища;
- использование типологически разных приемов ландшафтного обустройства среды;
- архитектурно-ландшафтное формирование пространства;
- обоснованное экодизайнерское этно-оформление ландшафтной среды в благоустройстве пространств архитектурной структуры зданий.

### Уровень 4

#### Базовый принцип – внешнее озеленение зданий

Характер формирования среды:

- озеленение фасадов, крыш, террас, галерей, балконов, лоджий (рис. 3, 4).



Рис. 3. Здание технического центра «Китайстрой» расположено в районе Шунь в Пекине



Рис. 4. Озеленение балкона



Рис. 5. Организация интерьерных садов в современном городе в Китае



Рис. 6. Архитектурная фирма Aedas Бромберга спроектировала здание для комплекса China World Trade Center в Чаояне, центральном деловом районе Пекина (<http://gazetagreecity.ru/2017/04/12/china-world-trade-center-obediniv-centr-pekina>)

### Уровень 5

#### Базовый принцип – формирование зеленых структур

Характер реализации объектов:

– организация интерьерных садов (рис. 5).

Процесс экологической оптимизации ландшафтной среды начинается с создания взаимосвязанной неразрывной системы озелененных и защищенных от влияния транспорта пространств – городских общественных парков, скверов, площадей, пешеходных улиц, набережных [5] и заканчивается формированием внутренних фитопроцессов жилых комплексов и архитектурных объектов, проектируемых на основе принципов «зеленой архитектуры», которые с позиций ландшафтного урбанизма должны сливаться в единую ландшафтно-градостроительную систему города [11–15].

Так как рекреационная деятельность человека – биофизическая основа его существования, обеспечение этой функции – важнейшая задача современного зодчества [16–19].

Следует констатировать, что в настоящее время эта проблема уже активно осознается и обществом, и профессиональными сферами зодчества – градостроительством, архитектурой, строительством, ландшафтным благоустройством. Например, волнообразный путь, созданный американским архитектором Эндрю Бромбергом, будет вести на

крышу сада в новом торговом центре Пекина в Китае и будет покрыт слоем искусственного снега, чтобы посетители смогли прокатиться зимой на санях (рис. 6).

Архитектор Э. Бромберг предложил здание с непрерывным контуром, который имитирует дорогу, идущую вдоль эллиптического объемного центра с большим садом на крыше Civic Green. Сад, расположенный на трех уровнях, будет окружен дорогой, которая спускается к входу с одной стороны и поднимается вверх на другом конце здания. Верхние этажи, окруженные цветущими зелеными растениями, располагаются на террасах. Вишни и сосны будут посажены вдоль тротуаров, а в холодные месяцы искусственный снег будет покрывать склон. На террасах будут расположены художественные мастерские, большие выставочные площадки, органические фермы, культурные и образовательные учреждения и рекреации досуга. Это позволит реализовать этнокультурный аспект исторически сложившихся китайских взаимоотношений с окружающей природой, играющий особо важную роль в организации полноценной экологической рекреационно-досуговой среды жизнедеятельности населения этого специфического региона. Рекреационная среда в аспекте ее сохранения в этнопривлекательном виде – новая сфера, требующая научной и практической разработки.

#### Список литературы

1. Цин Ся, Родионовская И.С. Организация современного жилого пространства в аспекте экорекреации в Китае // *Жилищное строительство*. 2018. № 7. С. 22–26.
2. Родионовская И.С., Цин Ся. Этническая специфика ландшафтно-рекреационного пространства в жилой среде Китая // *Жилищное строительство*. 2018. № 6. С. 49–55.
3. Красильникова Э.Э., Гончарик А.А. Актуальные вопросы формирования ландшафтно-градостроительных макросистем (на примере московской агломерации) // *Социология города*. 2017. № 2. С. 53–61.
4. Тетиор А.Н. Экоцитология – наука об экологических городах // *Евразийский союз ученых*. 2016. № 1–2 (22). С. 138–142.
5. Бауэр Н.В., Шабатура Л.Н. Культура и традиция в ландшафтном проектировании городской среды // *Ценности и смыслы*. 2014. № 2 (30). С. 155–161.
6. Сидоренко М.В. Перспективы организации городских зеленых коридоров в Минске (Беларусь) // *Актуальные проблемы лесного комплекса*. 2015. № 43. С. 138–142.
7. Страхова В.Н. Экологическая диагностика состояния зеленых насаждений и экосистем города // *Градостроительство*. 2014. № 6 (34). С. 53–69.
8. Целуйко Д.С. Пространство синтаксиса в традиционном китайском личном саду // *Вестник Тихоокеанского государственного университета*. 2017. № 4 (47). С. 151–158.
9. Поляков Е.Н., Михайлова Л.В. История становления, основные разновидности традиционного китайского сада // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. 2016. № 6 (59). С. 9–25.
10. Поляков Е.Н., Михайлова Л.В. Композиционные особенности традиционного китайского сада // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. 2017. № 2 (61). С. 9–31.

#### References

1. Qing Xia, Rodionovskaya I.S. Organization of modern residential space in terms of eco-recreation in China. *Zhili-shchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 7, pp. 22–26. (In Russian).
2. Rodionovskaya I.S., Qing Xia. Ethnic specificity of landscape-recreation area in living environment of China. *Zhili-shchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 6, pp. 49–55. (In Russian).
3. Krasilnikova E.E., Goncharik A.A. Topical issues of landscape and urban macro systems formation (by the example of the Moscow agglomeration). *Sociologiya goroda*. 2017. No. 2, pp. 53–61. (In Russian).
4. Tetior A.N. Ecositology-the science of ecological cities. *EvrAzijskij soyuz uchenyh*. 2016. No. 1–2 (22), pp. 138–142. (In Russian).
5. Bauer N.V., Shabatura L.N. Culture and tradition in the landscape design of the urban environment. *Cennosti i smysly*. 2014. No. 2 (30), pp. 155–161. (In Russian).
6. Sidorenko M.V. Prospects of organization of urban green corridors in Minsk (Belarus). *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*. 2015. No. 43, pp. 138–142. (In Russian).
7. Strakhova V.N. Ecological diagnostics of the state of green spaces and ecosystems of the city. *Gradostroitel'stvo*. 2014. No. 6 (34), pp. 53–69. (In Russian).
8. Tseluiko D.S. Space syntax in the traditional Chinese private garden. *Vestnik Tihookeanskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2017. No. 4 (47), pp. 151–158. (In Russian).
9. Polyakov E.N., Mikhailova L.V. History of formation, the main varieties of the traditional Chinese garden. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2016. No. 6 (59), pp. 9–25. (In Russian).
10. Polyakov E.N., Mikhailova L.V. Compositional features of the traditional Chinese garden. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2017. No. 2 (61), pp. 9–31. (In Russian).

11. Qian Yun.ed. Classical Chinese Gardens. Hong Kong: Joint Publishing Company Ltd., 1982.
12. Turner Tom. Asia Gardens: history, beliefs and design. Abingdon, New York: Routledge, 2010.
13. Keswick Maggie. The Chinese Garden. History, art and architecture. London: Frances Lincoln, 2003.
14. Шувалов В.М. Особенности формирования и развития рекреационных объектов Китая // *Вестник Московского государственного открытого университета. Серия: Техника и технология*. 2012. № 3. С. 71–77.
15. Грошева Т.И. Планировочная структура ландшафтно-рекреационных объектов разных времен и эпох и их роль в жизни человека: Исторический обзор. Зарубежный опыт // *Архитектурные исследования*. 2017. № 1 (9). С. 80–87.
16. Базилевич А.М. Классификация и типология объектов ландшафтной архитектуры // *Творчество и современность*. 2017. № 3 (4). С. 5–11.
17. Птичникова Г.А., Королева О.В. Гибридизация в городской архитектуре // *Социология города*. 2016. № 1. С. 5–17.
18. Енин А.Е., Грошева Т.И. Системный подход к реконструкции ландшафтно-рекреационных пространств // *Строительство и реконструкция*. 2017. № 4 (72). С. 101–109.
19. Керина Э.Н., Керина А.Р. Обзор особенностей ландшафтной архитектуры Китайской Народной Республики // *Современные наукоемкие технологии*. 2014. № 8. С. 45–49.
11. Qian Yun.ed. Classical Chinese Gardens. Hong Kong: Joint Publishing Company Ltd., 1982.
12. Turner Tom. Asia Gardens: history, beliefs and design. Abingdon, New York: Routledge, 2010.
13. Keswick Maggie. The Chinese Garden. History, art and architecture. London: Frances Lincoln, 2003.
14. Shuvalov V.M. Features of formation and development of leisure facilities in China. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo otkrytogo universiteta. Seriya: Tekhnika i tekhnologiya*. 2012. No. 3, pp. 71–77. (In Russian).
15. Grosheva T.I. Planning structure of landscape and recreational objects of different times and epochs and their role in human life historical review. Foreign experience. *Arhitekturnye issledovaniya*. 2017. No. 1 (9), pp. 80–87. (In Russian).
16. Bazilevich A. M. The Classification and typology of objects of landscape architecture. *Tvorchestvo i sovremennost'*. 2017. No. 3 (4), pp. 5–11. (In Russian).
17. Ptichnikova G.A., Koroleva O.V. Hybridization of architecture in the city. *Sociologiya goroda*. 2016. No. 1, pp. 5–17. (In Russian).
18. Enin A.E., Grosheva T.I. System approach to the reconstruction of landscape and recreational spaces. *Stroitel'stvo i rekonstrukciya*. 2017. No. 4 (72), pp. 101–109. (In Russian).
19. Kerina E.N., Kerina A.R. review of landscape architecture features of the people's Republic of China. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*. 2014. No. 8, pp. 45–49. (In Russian).

## ИНФОРМАЦИЯ

## Утвержден состав документов, необходимых для проведения операций по расчетному счету застройщика

Правительство Российской Федерации утвердило состав документов, которые застройщик, работающий со средствами дольщиков, обязан представить в уполномоченный банк для открытия счета и проведения операций по нему. Перечень необходимых документов разработан Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. Соответствующий документ опубликован на официальном портале правовой информации РФ (<http://publication.pravo.gov.ru>)

Постановлением Правительства определяется состав предоставляемых в уполномоченный банк документов в отдельности по каждому виду операций, проводимых застройщиком.

В соответствии с законом о долевом строительстве при направлении распоряжения в уполномоченный банк на застройщика возложена обязанность по предоставлению документов или их копий, являющихся основанием для составления распоряжения. Чтобы исключить произвольное толкование банками указанной нормы, новыми поправками устанавливается конкретный состав документов, необходимых для проведения различных операций по расчетному счету застройщика.

Ранее Правительством России были утверждены требования к уполномоченным банкам, имеющим право осуществлять банковское сопровождение строительства.

Механизм банковского сопровождения необходим для контроля кредитной организацией целевого расходования средств застройщика. Такая мера позволит обезопасить участников долевого строительства от мошеннических схем недобросовестных застройщиков и возможных рисков долгостроя.

Согласно документу, уполномоченные банки должны соответствовать ряду критериев, среди которых наличие универсальной лицензии, участие банка в системе обязательного страхования вкладов физических лиц в банках РФ, и др.

Также предъявляются требования к кредитному рейтингу банков, готовых осуществлять банковское сопровождение застройщиков в долевом строительстве. Кредитный рейтинг должен быть не ниже уровня «А-(RU)» по национальной рейтинговой шкале рейтингового агентства Аналитическое Кредитное Рейтинговое Агентство (АКРА) или не ниже уровня «ruA-» по национальной рейтинговой шкале рейтингового агентства АО «Рейтинговое Агентство «Эксперт РА».

Банк России ежемесячно размещает перечень банков уполномоченных осуществлять деятельность по банковскому сопровождению застройщиков и работу по счетам эскроу на своем официальном сайте.

По материалам Минстроя РФ

УДК 699.86

Н.Д. ДАНИЛОВ, канд. техн. наук (rss\_dan@mail.ru),  
П.А. ФЕДОТОВ, инженер, И.А. ДОКТОРОВ, канд. техн. наук

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова (677000, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Белинского, 58)

## Определение приведенного термического сопротивления фрагмента неоднородной ограждающей конструкции в климатической камере

*Известно, что с помощью градиентных тепломеров определить значение приведенного сопротивления теплопередаче, или термического сопротивления неоднородной ограждающей конструкции со значительной дискретностью температурного поля практически невозможно. Следует искать другие подходы к решению данной задачи. Проведен анализ различных методов определения приведенного сопротивления теплопередаче неоднородных ограждающих конструкций и отмечены их недостатки. Рекомендовано крепление алюминиевых листов к поверхности исследуемого в климатической камере фрагмента ограждения. Численными расчетами с применением программы расчета трехмерных температурных полей показано, как подбором толщины листов можно пространственное температурное поле на поверхности фрагмента практически преобразовать в одномерное, что повысит результаты исследований с применением градиентных тепломеров.*

**Ключевые слова:** сопротивление теплопередаче, климатическая камера, фрагмент ограждения, тепломер, алюминий, коэффициент теплопроводности, программа расчета, температурное поле, термическое сопротивление.

**Для цитирования:** Данилов Н.Д., Федотов П.А., Докторов И.А. Определение приведенного термического сопротивления фрагмента неоднородной ограждающей конструкции в климатической камере // *Жилищное строительство*. 2018. № 8. С. 35–39.

N.D. DANILOV, Candidate of Sciences (Engineering) (rss\_dan@mail.ru), P.A. FEDOTOV, Engineer, I.A. DOKTOROV, Candidate of Sciences (Engineering) M.K. Ammosov North-Eastern Federal University (58, Belinskogo Street, Yakutsk, 677000, Republic of Sakha (Yakutia))

### Definition of Reduced Thermal Resistance of a Fragment of the Non-Uniform Enclosing Structure in the Climatic Chamber

It is known that to determine the value of reduced resistance to heat transfer or thermal resistance of a non-uniform enclosing structure with a significant discreteness of the temperature field with the help of gradient heat meters is almost impossible. It is necessary to search for other approaches to this task. An analysis of different methods for defining reduced resistance of non-uniform enclosing structures to heat transfer is made and their shortcomings are noted. It is recommended to fix aluminum sheets to the surface of a fragment of the enclosing structure investigated in the climatic chamber. Numerical calculations using a program of calculation of three-dimensional temperature fields show how it is possible to practically convert a spatial temperature field on the fragment surface into a one-dimensional field by the selection of thickness of sheets that will improve the results of studies with the use of gradient heat meters.

**Keywords:** resistance to heat transfer, climatic chamber, fragment of enclosing structure, heat meter, aluminum, coefficient of heat conductivity, calculation program, temperature field, thermal resistance.

**For citation:** Danilov N.D., Fedotov P.A., Doktorov I.A. Definition of reduced thermal resistance of a fragment of the non-uniform enclosing structure in the climatic chamber. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 8, pp. 35–39. (In Russian).

Повышению теплозащитных свойств наружных ограждений зданий всегда уделяется значительное внимание [1–6]. Разрабатываются новые, более эффективные типы ограждающих конструкций [7–15].

После создания новых конструктивных решений перед их внедрением в строительство, как правило, проводят испытания в климатической камере для определения их теплозащитных характеристик. При этом руководствуются указаниями соответствующих государственных стандартов: ГОСТ Р 54853–2011 «Здания и сооружения. Метод определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций с помощью тепломера», ГОСТ 25380–2014 «Здания и сооружения. Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции».

При испытаниях в климатических камерах по обе стороны испытуемого фрагмента создают температурно-влажностный режим, близкий к расчетным зимним условиям эксплуатации.

Известны различные решения климатических камер. Для определения сопротивления теплопередаче в лабораторных условиях применяют теплоизолированную климатическую камеру, состоящую из теплого и холодного отсеков, разделенных испытуемой конструкцией (ГОСТ Р 56623–2015 «Контроль неразрушающий. Метод определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций»).

Следующий тип камеры отличается тем, что с целью обеспечения ее максимального использования она выполнена со сменным участком лицевой стены, к которому прикреплена выдвижная часть пола камеры (Авторское свидетельство № 174400 / Ушков В.Ф. Заявл. 27.07.1964. Опубл. 27.08.1965. Бюл. №17).

Известен стенд, состоящий из холодного и теплого отсеков, когда образец ограждающей конструкции устанавливается в передвижную кассету, выполненную сменной (заменяемой) и имеющую возможность перемещения по

рельсам. В систему измерительных устройств введен операторский блок с персональным компьютером, при этом теплый и операторский блоки выполнены на одном подвижном шасси с целью возможности передвижения (Полезная модель РФ № 105998 / Верховский А.А., Шубин И.А., Шеховцов А.В., Нанасов И.М., Крылов К.С. Заявл. 15.12.2010. Опубл. 27.06.2010. Бюл. № 18).

Известна климатическая камера для теплотехнических испытаний, имеющая не только теплый и холодный отсеки, но и два среднетемпературных отсека (Полезная модель РФ № 103619 / Верховский А.А., Шубин И.А., Шеховцов А.В., Чеботарев А.Г., Крылов К.С. Заявл. 15.12.2010. Опубл. 24.04.2011. Бюл. № 11). Камера позволяет проводить испытания одновременно двух образцов строительных ограждающих конструкций.

Метод определения сопротивления теплопередаче (коэффициента теплопередачи) ограждающей конструкции здания заключается в том, что на поверхностях и в примыкающих воздушных средах испытуемого ограждения, находящегося в климатической камере, создается стационарное температурно-влажностное условие. Параметры в теплом и холодном отсеках камеры поддерживаются с помощью специального оборудования, а датчики температур, например термпары, фиксируют в течение определенного времени значения этих тепловых характеристик для обеспечения стационарных условий теплопередачи. Сопротивление теплопередаче ограждения определяется как отношение разности усредненных за период испытаний температур воздуха в теплом и холодном отсеках к усредненной плотности теплового потока, прошедшего через испытуемый фрагмент ограждения. Приведенное сопротивление теплопередаче определяют для ограждающих конструкций, имеющих неоднородные участки (теплопроводные включения, откосы проемов, стыки, примыкания внутренних ограждений и наружных ограждений, расположенных под углом к испытуемому участку) и соответствующие им неравномерности распределения по поверхности ограждений температуры и тепловых потоков.

Схему размещения первичных преобразователей температуры и тепловых потоков составляют на основе проектного решения конструкции или по предварительно установленному температурному полю поверхности испытуемой ограждающей конструкции. Для этого при испытаниях в климатической камере или павильонах полностью смонтированную ограждающую конструкцию подвергают предварительному тепловому воздействию при помощи оборудования, указанного в 6.1 (ГОСТ Р 54853–2011 «Здания и сооружения. Метод определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций с помощью тепломера»). Далее, не дожидаясь установления стационарного режима, с целью выявления теплопроводных включений и термически однородных зон, их конфигурации и размеров снимают температурное поле с помощью тепловизора, терморациометра или термощупа. Исследования с применением тепловизора проводятся в соответствии со стандартом (ГОСТ 26629–85 «Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций»).

После создания условий стационарного теплообмена измеряются температуры внутреннего и наружного воздуха, температуры поверхностей ограждающей конструкции, а также плотности теплового потока, проходящего через нее, по которым вычисляют значения соответствующих ис-

комых величин по формулам (9.1) – (9.5), приведенным в ГОСТ Р 54853–2011.

Известны способы определения теплового неразрушающего контроля сопротивления теплопередаче строительных конструкций без применения климатической камеры [16–18], когда перепад температуры между внутренней и наружной поверхностями ограждающих конструкций обеспечивается путем нагрева или охлаждения поверхностей исследуемого фрагмента.

Здесь следует отметить, что с помощью этих трех способов на самом деле определяется термическое сопротивление конструкции, а не сопротивление теплопередаче, так как измеряются температуры поверхностей, а не воздуха.

Все описанные методы и способы определения сопротивления теплопередаче ограждающих (строительных) конструкций применимы при исследованиях однородных конструкций или многослойных с последовательно расположенными однородными слоями. При исследованиях неоднородных ограждений, т. е. конструкций с теплопроводными включениями, величину приведенного сопротивления теплопередаче, применяя отмеченные способы, можно получить лишь приближенно. Это происходит оттого, что на поверхности неоднородных ограждающих конструкций наблюдается двухмерное или трехмерное, в зависимости от вида теплопроводных включений, поле. Тепломеры, с помощью которых определяют плотность теплового потока, применимы при одномерном температурном поле. Поэтому и в ГОСТ Р 54853–2011 предписывается, что «для определения  $R_o^r$  термодатчики располагают в центре термически однородных зон фрагментов ограждающей конструкции (панелей, плит, блоков, монолитных и кирпичных частей зданий, дверей) и дополнительно в местах с теплопроводными включениями, в углах, стыках. Тепломеры не следует устанавливать в непосредственной близости от зон теплотехнической неоднородности». Следует отметить, что влияние этих зон на величину приведенного сопротивления теплопередаче может быть весьма значительным. Среднюю температуру поверхности ограждения можно получить достаточно точно, применяя большое количество термодатчиков или используя тепловизоры (ГОСТ 26629–85 и ВСН 43–96 «Ведомственные строительные нормы по теплотехническим обследованиям наружных ограждающих конструкций зданий с применением малогабаритных тепловизоров»). Сопротивление теплопередаче можно установить путем измерения температуры воздуха и поверхностей ограждения с дальнейшим определением коэффициентов теплообмена и сопротивления теплопередаче по указаниям ВСН 43–96. Но в этих нормах учтено влияние зависимости конвективного теплообмена от скорости воздуха, но не учтено влияние переменной лучистого теплообмена, интенсивность которого зависит и от температуры элементарной площадки на рассматриваемой поверхности, коэффициента облученности этой площадки окружающими поверхностями, а также от температуры последних. Этот фактор не учтен и в заявке на изобретение [19]. Приближенный метод определения коэффициента лучистого теплообмена, учитывающий только влияние температуры рассматриваемой поверхности и воздуха, приведен в государственном стандарте (ГОСТ 26254–84). При более точном подходе следует учитывать значительную зависимость коэффициента лучистого теплообмена не только от температуры поверхности и воздуха, но и от температуры окружающих поверхностей и коэффициентов облученности [20, 21].

В 2013 г. проведены исследования в климатической камере фрагмента стены с фасадной железобетонной панелью, имеющей теплопроводное включение в виде шпонки. Результаты экспериментов с применением тепломеров показали значительное завышение приведенного термического сопротивления по сравнению с расчетными значениями [22–24]. Это показывает, что с помощью градиентных тепломеров определить более-менее точное значение приведенного сопротивления теплопередаче или термического сопротивления неоднородной ограждающей конструкции со значительной дискретностью температурного поля практически невозможно. Следует искать другие подходы к решению данной задачи.

Подана заявка на изобретение, отличительной особенностью которого является формирование на поверхности неоднородного ограждения практически одномерного температурного поля, при котором возможно проведение измерений с помощью тепломера без всяких ограничений. При этом проводимые меры практически не должны оказывать влияния на величину определяемого приведенного термического сопротивления конструкции.

Для решения поставленной задачи на внутреннюю поверхность фрагмента ограждающей конструкции прикрепляются листы алюминия, общая толщина которых определяется предварительным расчетом с применением программы расчета пространственных температурных полей.

Как известно, алюминий имеет одно из больших значений коэффициента теплопроводности  $\lambda = 221 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$  (СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий») из применяемых в строительстве материалов. Условием выбора необходимой толщины листов является формирование на поверхности, граничащей с внутренним воздухом, одномерного температурного поля, т. е. такого поля, при котором по всей поверхности ограждения будет наблюдаться практически одно и то же значение температуры. Для удобства монтажа и оптимального обеспечения определенной расчетом толщины алюминия ее собирают из тонких листов (например,  $\delta = 0,01 \text{ м}$ ). Если требуется установить несколько листов, то их соединяют с помощью винтов с потайной головкой и отверстий с резьбой.

Для оценки возможности такого способа определения приведенного термического сопротивления  $R_k^{np}$  рассматриваемого фрагмента конструкции в климатической камере проведен анализ с применением программы расчета трехмерных температурных полей части трехслойной железобетонной панели, применяемой при строительстве жилых зданий. Размеры фрагмента панели на дискретных связях:  $1,4 \times 1,4 \times 0,45 \text{ м}$ . Толщина внутренней оболочки  $0,1 \text{ м}$ , а наружной –  $0,07 \text{ м}$ . Толщина утеплителя из пенополистирола  $0,28 \text{ м}$ . Внутреннюю и наружную оболочку соединяет железобетонная шпонка сечением  $0,15 \times 0,07 \text{ м}$ , размещенная в середине фрагмента.

Расчеты проведены при температуре наружного воздуха  $-52^\circ\text{C}$  и внутреннего  $21^\circ\text{C}$ . Минимальная температура внутренней поверхности получилась по шпонке  $t'_6 = 16,891^\circ\text{C}$ , а максимальная на угловых участках фрагмента  $t_{11} = 19,83^\circ\text{C}$ . Разница температуры составляет  $\Delta t = 2,939^\circ\text{C}$ . Сопротивление теплопередаче  $R_o^{np} = 6,083 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C/Вт}$ , термическое сопротивление  $R_k^{np} = 5,925 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C/Вт}$ . При размещении алюминиевого листа толщиной  $0,01 \text{ м}$  с внутренней стороны фрагмента получены следующие данные:  $\Delta t = 0,384^\circ\text{C}$ ;  $R_o^{np} = 6,065 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C/Вт}$ ;  $R_k^{np} = 5,907 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C/Вт}$ . Сопротивление теплопередаче изменяется всего на  $0,3\%$ , градиция темпе-

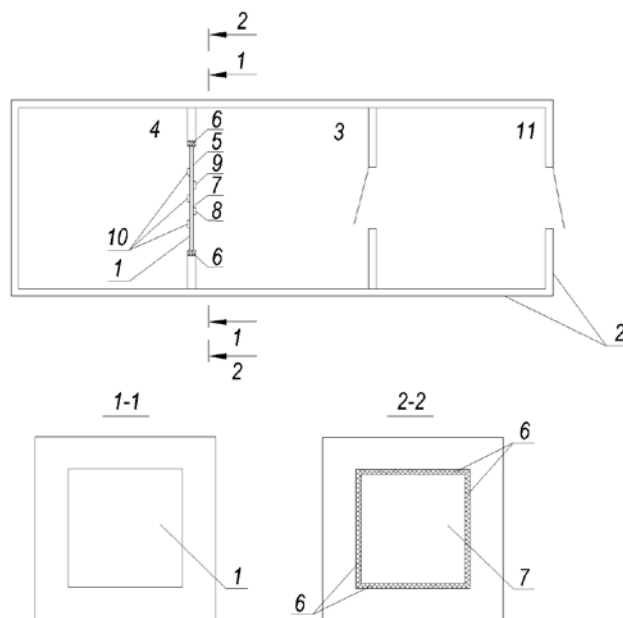


Схема установки фрагмента ограждающей конструкции для исследования в климатической камере: 1 – проем климатической камеры; 2 – климатическая камера; 3 – теплый отсек камеры; 4 – холодный отсек камеры; 5 – исследуемый фрагмент ограждающей конструкции; 6 – эффективный утеплитель; 7 – листы алюминия; 8 – тепломер; 9 – термодатчик; 10 – датчики температур; 11 – дополнительный отсек камеры, где размещаются оператор и измерительная аппаратура

ратуры по поверхности существенна. Если поставить задачу, что изменение температуры внутренней поверхности плоскости не должно превышать  $0,05^\circ\text{C}$ , то это возможно при толщине алюминиевых листов  $0,09 \text{ м}$  ( $\Delta t = 0,046^\circ\text{C}$ ). При этой толщине листов получены следующие значения:  $R_o^{np} = 6,063 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C/Вт}$ ;  $R_k^{np} = 5,905 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C/Вт}$ . Изменение  $R_o^{np}$  из-за добавления слоев алюминия составляет  $0,33\%$ , а термического сопротивления –  $0,34\%$ . Расчеты показывают возможность применения данного способа определения  $R_o^{np}$  при тестировании фрагментов неоднородных ограждающих конструкций в климатической камере. При этом можно обойтись малым количеством тепломеров и термодатчиков. На основе исследований целесообразно выдавать значение приведенного термического сопротивления конструкции, а не сопротивления теплопередаче. Обоснование:

- коэффициенты теплоотдачи на поверхностях ограждений имеют переменное значение и зависят от многих факторов. Например, таких как тип помещения, количество наружных ограждений, средние температуры их поверхностей и коэффициенты облученности, тип отопительных приборов, скорость ветра, наличие противостоящих зданий. Если определять коэффициенты теплообмена, то их нужно определять в каждом рассматриваемом здании, помещении или в климатической камере с учетом фактических условий лучисто-конвективного теплообмена. Задача очень трудоемкая;

- при определении сопротивления теплопередаче учитываются сопротивления тепловосприятию и теплоотдаче (обратные коэффициентам теплоотдачи и тепловосприятию величины), имеющие малые значения по сравнению с термическим сопротивлением ограждений. Уточнение этих малых величин, установленных по указаниям нормативных документов, практически не окажет влияния на величину сопротивления теплопередаче.

Исследования проводятся в климатической камере. На рисунке показан продольный разрез климатической камеры. В сечении 1–1 показан проем камеры до установки исследуемого фрагмента ограждения. В сечении 2–2 показан вид после установки в проем климатической камеры исследуемого фрагмента ограждения с прикрепленными к нему алюминиевыми листами.

В проем климатической камеры, имеющей теплый и холодный отсеки, устанавливается исследуемый фрагмент ограждающей конструкции. По периметру оставляется зазор, заполняемый эффективным утеплителем. К внутренней поверхности фрагмента прикрепляются листы алюминия толщиной, определенной предварительно путем расчета с использованием программы расчета трехмерных температурных полей. В теплом и холодном отсеках с помощью кондиционера и специального оборудования устанавливается требуемый температурно-влажностный режим. К внутренней поверхности приклеивается тепломер, а также термодатчик (целесообразно оба вида датчиков устанавливать по несколько штук для получения более достоверных данных). К наружной поверхности, в серединах предварительно установленных расчетом участков с практически постоянным значением температур, прикрепляются датчики температур. При этом температура наружной поверхности исследуемого фрагмента определяется как средневзвешенная по площадям. Как вариант для упрощения процесса определения средней температуры наружной поверхности

к ней также можно прикрепить листы алюминия, суммарная толщина которых устанавливается расчетом. Исследователь сам выбирает из этих двух вариантов оптимальный для него способ. После установления стационарного температурного режима производят измерения температур и тепловых потоков. Измерительная аппаратура и оператор размещаются в дополнительном отсеке камеры. По данным замеров вычисляют искомое значение приведенного термического сопротивления неоднородной ограждающей конструкции по формуле:

$$R_k^{np} = \frac{\tau_b - \tau_n}{q}, \quad (1)$$

где  $\tau_b$  – температура внутренней поверхности исследуемого образца, измеряемая с помощью термодатчиков, прикрепленных к внутренней поверхности алюминиевого листа, °С;  $\tau_n$  – температура наружной поверхности исследуемого образца, °С;  $q$  – тепловой поток через строительную конструкцию, Вт/м<sup>2</sup>.

Технический результат, достигаемый при этом, заключается в повышении точности определения  $R_k^{np}$  фрагмента неоднородной наружной ограждающей конструкции в климатической камере и в снижении трудоемкости проводимых замеров. Сложность, возможно, вызовет приобретение алюминиевых листов, имеющих определенную стоимость, но это решаемая проблема для специализированных организаций, например таких как НИИСФ, обладающих комплексом климатических камер (ЭК-10, ЭК-14, КТК-800).

#### Список литературы

1. Богословский В.Н. Тепловой режим здания. М.: Стройиздат, 1979. 284 с.
2. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. М.: АВОК-ПРЕСС, 2006. 149 с.
3. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Теоретические предпосылки расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций // *Строительные материалы*. 2010. № 12. С. 4–12.
4. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Требования к теплозащите и энергетической эффективности в проекте актуализированного СНиП «Тепловая защита зданий» // *Жилищное строительство*. 2011. № 8. С. 2–6.
5. Гагарин В.Г., Дмитриев К.А. Учет теплотехнических неоднородностей при оценке теплозащиты ограждающих конструкций в России и европейских странах // *Строительные материалы*. 2013. № 6. С. 14–16.
6. Гагарин В.Г., Неклюдов А.Ю. Учет теплотехнических неоднородностей ограждений при определении тепловой нагрузки на систему отопления здания // *Жилищное строительство*. 2014. № 6. С. 3–7.
7. Бирулин Ю.Ф., Калядин Ю.А., Соколов А.Б. Трехслойные панели наружных стен с дискретными связями // *Промышленное и гражданское строительство*. 1998. № 9. С. 37.
8. Зырянов В.С., Штейман В.И. Теплоэффективные наружные стены // *Жилищное строительство*. 2001. № 5. С. 10–12.
9. Граник Ю.Г. Теплоэффективные стены жилых и общественных зданий // *Энергосбережение*. 2002. № 12. С. 56–59.
10. Баширов Х.З. Эффективные конструкции вентилируемых стеновых панелей из легкого железобетона // *Про-*

#### References

1. Bogoslovskiy V.N. Teplovoj rezhim zdaniya [Thermal conditions of the building]. Moscow: Stroyizdat, 1979, pp. 284.
2. Fokin K.F. Stroitel'naya teplotekhnika ogradhdayushchih chastej zdaniy [Building heat engineering of enclosing parts of buildings]. Moscow: AVOK-Press, 2006, pp. 149.
3. Gagarin V.G., Kozlov V.V. Theoretical prerequisites of calculation of the specified resistance to a heat transfer of the protecting designs. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2010. No. 12, pp. 4–12. (In Russian).
4. Gagarin V.G., Kozlov V.V. Requirements for heat protection and energy efficiency in the project of the updated building codes «Thermal protection of buildings». *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2011. No. 8, pp. 2–6. (In Russian).
5. Gagarin V.G., Dmitriyev K.A. Account heattechnical not uniformity at assessment of a heat shielding of the protecting designs In Russia and the European countries. *Stroi tel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013. No. 6, pp. 14–16. (In Russian).
6. Gagarin V.G., Neklyudov A.Yu. Accounting of heattechnical protections not of uniformity when determining thermal load of the system of heating of the building. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 6, pp. 3–7. (In Russian).
7. Birulin U.F., Kaladin U.A., Sokolov A.B. Three-layer panels of external walls with discrete constraints. *Promyshlennoe I Grazhdanskoe Stroitel'stvo*. 1998. No. 9, pp. 37.
8. Zuranov V.S., Steiman V.I. Heat-effective external walls. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2001. No. 5, pp. 10–12. (In Russian).
9. Granik U.G. Heat-efficient walls of residential and public buildings. *Energoberezhnie*. 2002. No. 12, pp. 56–59. (In Russian).
10. Bashirov X.Z. Effective designs of ventilated wall panels made of lightweight reinforced concrete. *Promyshlennoe I Grazhdanskoe Stroitel'stvo*. 2004. No. 3, pp. 45–46. (In Russian).



- мышленное и гражданское строительство. 2004. № 3. С. 45–46.
11. Самарин О.С. Оценка минимального значения температуры в наружном углу здания при его скруглении // *Промышленное и гражданское строительство*. 2014. № 8. С. 34–36.
  12. Григорьев Ю.П., Шапиро Г.И., Обухова Л.В., Гасанов А.А. Разнообразие фасадных конструкций панельных зданий и их защита от обрушения // *Промышленное и гражданское строительство*. 2006. № 4. С. 30–31.
  13. Магай А.А., Ставровский Г.А. Применение навесных фасадных систем с вентилируемым воздушным зазором для фасадной отделки крупнопанельных жилых домов // *Жилищное строительство*. 2011. № 3. С. 60–62.
  14. Данилов Н.Д., Собакин А.А., Семенов А.А. О новых технических решениях наружных стен зданий, ориентированных на строительство в северной строительноклиматической зоне // *Промышленное и гражданское строительство*. 2012. № 1. С. 30–34.
  15. Николаев С.В. Панельные и каркасные здания нового поколения // *Жилищное строительство*. 2013. № 8. С. 2–8.
  16. Патент РФ 2480739. *Способ теплового неразрушающего контроля сопротивления теплопередаче строительной конструкции* / Походун А.И., Соколов А.Н., Соколов Н.А. Заявл. 23.08.2011. Оpubl. 27.04.2013. Бюл. № 12.
  17. Патент РФ 2005129502. *Способ теплового неразрушающего контроля сопротивления теплопередаче строительных конструкций* / Будадин О.Н., Абрамова Е.В., Сучков В.И., Троицкий-Марков Т.Е. Заявл. 22.09.2005. Оpubl. 27.03.2007. Бюл. № 9.
  18. Патент РФ 2011115601. *Способ и устройство измерения сопротивления теплопередаче строительной конструкции* / Сергеев С.С. Заявл. 20.04.2011. Оpubl. 27.10.2012. Бюл. № 30.
  19. Патент РФ 2002127867. *Способ определения фактической величины приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций зданий* / Гурьянов Н.С. Заявл. 17.10.2002. Оpubl. 27.04.2004.
  20. Данилов Н.Д., Аммосов С.П. Об особенностях проектирования малоэтажных жилых зданий // *Жилищное строительство*. 2000. № 7. С. 25–26.
  21. Умнякова Н.П. Теплопередача через ограждающие конструкции с учетом коэффициентов излучения внутренних поверхностей помещения // *Жилищное строительство*. 2014. № 6. С. 14–17.
  22. Данилов Н.Д., Докторов И.А., Амбросьев В.В., Федотов П.А., Семенов А.А. Исследование теплозащитных свойств фрагмента стены в климатической камере // *Промышленное и гражданское строительство*. 2013. № 8. С. 17–19.
  23. Данилов Н.Д., Собакин А.А., Слободчиков Е.Г., Федотов П.А., Прокопьев В.В. Анализ формирования температурного поля наружной стены с фасадной железобетонной панелью // *Жилищное строительство*. 2013. № 11. С. 46–49.
  24. Данилов Н.Д., Федотов П.А. Стык стен и цокольного перекрытия без теплопроводных включений для зданий с проветриваемыми подпольями // *Жилищное строительство*. 2017. № 11. С. 39–42.
  11. Samarin O.D. Otsenka of the minimum value of temperature in an external corner of the building at its rounding off. *Promyshlennoe i Grazhdanskoe Stroitel'stvo*. 2014. No. 8, pp. 34–38. (In Russian).
  12. Grigoriev U.P., Shapiro G.I., Obuhova L.V., Gasanov A.A. Variety of facade structures of panel buildings and their protection against collapse. *Promyshlennoe i Grazhdanskoe Stroitel'stvo*. 2006. No. 4, pp. 30–31. (In Russian).
  13. Magai A.A., Stavrovskiy G.A. Application of hinged facade systems with ventilated air gap for facade finishing of large-panel residential buildings. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2011. No. 3, pp. 60–62. (In Russian).
  14. Danilov N.D., Sobakin A.A., Semenov A.A. On new technical solutions for exterior walls of buildings, oriented to construction in the northern construction and climatic zone. *Promyshlennoe i Grazhdanskoe Stroitel'stvo*. 2012. No. 1, pp. 30–34. (In Russian).
  15. Nikolaev S.V. New generation panel and frame houses. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 8, pp. 2–8. (In Russian).
  16. Patents RF 2480739. *Sposob teplovogo nerazrushayushchego kontrolya soprotivleniya teploperedache stroitel'noj konstrukcii* [Method of thermal non-destructive testing of resistance to heat transfer of a building structure]. Pohodun A.I., Sokolov A.N., Sokolov N.A. Declared. 23.08.2011. Opubl. 27.04.2013. Bulletin No. 12. (In Russian).
  17. Patents RF 2005129502. *Sposob teplovogo nerazrushayushchego kontrolya soprotivleniya teploperedache stroitel'nykh konstrukcij* [Method of thermal non-destructive testing of resistance to heat transfer of building structures]. Budadin O.N., Abramova E.V., Suchkov V.I., Trotskiy-Markov T.E. Declared. 22.09.2005. Opubl. 27.03.2007. Bulletin No. 9. (In Russian).
  18. Patents RF 2011115601. *Sposob i ustrojstvo izmereniya soprotivleniya teploperedache stroitel'noj konstrukcii* [Method and device for measuring the resistance to heat transfer of a building structure]. Sergeev S.S. Declared. 20.04.2011. Opubl. 27.10.2012. Bulletin No. 30. (In Russian).
  19. Patents RF 2002127867. *Sposob i ustrojstvo izmereniya soprotivleniya teploperedache stroitel'noj konstrukcii* [Method for determining the actual value of the reduced resistance to heat transfer of external enclosing structures of buildings]. Gurianov N.C. Declared. 17.10.2002. Opubl. 27.04.2004. (In Russian).
  20. Danilov N.D., Ammosov C.P. On the design features of low-rise residential buildings. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2000. No. 7, pp. 25–26. (In Russian).
  21. Umnyakova N.P. Heat transfer through the enclosing structures taking into account the radiation coefficients of the internal surfaces of the room. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 6, pp. 14–17. (In Russian).
  22. Danilov N.D., Doktorov I.A., Ambrosiev V.V., Fedotov P.A., Semenov A.A. Investigation of the thermal barrier properties of a wall fragment in a climatic chamber. *Promyshlennoe i Grazhdanskoe Stroitel'stvo*. 2013. No. 8, pp. 17–19. (In Russian).
  23. Danilov N.D., Sobakin A.A., Slobodchikov E.G., Fedotov P.A., Prokopev B.B. Analysis of the formation of the temperature field of the outer wall with a facade reinforced concrete panel. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 11, pp. 46–49. (In Russian).
  24. Danilov N.D., Fedotov P.A. Joint of walls and a socle overlapping without heat conductive inclusions for buildings with ventilated cellars. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 11, pp. 39–42. (In Russian).

УДК 332.8:519.237.8:332.122(1-77)

А.В. ЗВЯГИНЦЕВА, канд. техн. наук (zviagintseva@bsu.edu.ru),  
А.А. ШВЕЦОВА, специалист-экономист

Белгородский государственный национальный исследовательский университет (308015, г. Белгород, ул. Победы, 85)

## Кластерный анализ регионов России по показателям жилищно-коммунального хозяйства

*Проведен кластерный анализ регионов России по группе из семи показателей, характеризующих благоустройство городских поселений, жилищные условия и состояние инфраструктуры жилищного фонда. Для этой цели использованы соответствующие данные Федеральной службы государственной статистики для 79 регионов за период с 2005 по 2015 г. Кластеризация объектов осуществлялась методом  $k$ -средних. Дана характеристика полученных кластеров и выявлены региональные особенности развития территорий городских поселений. Полученные результаты позволяют выделить группы схожих региональных объектов, изучить их особенности и разработать для каждой группы мероприятия в области жилищно-коммунального хозяйства.*

**Ключевые слова:** города и регионы, жилищно-коммунальное хозяйство, благоустройство территорий, кластерный анализ.

**Для цитирования:** Звягинцева А.В., Швецова А.А. Кластерный анализ регионов России по показателям жилищно-коммунального хозяйства // *Жилищное строительство*. 2018. № 8. С. 40–43.

A.V. ZVIAGINTSEVA, Candidate of Sciences (Engineering) (zviagintseva@bsu.edu.ru), A.A. SHVETSOVA, Specialist-Economist  
Belgorod National Research University (85, Pobedy Street, 308015, Belgorod, Russian Federation)

### Cluster Analysis of Russian Regions According to Indicators of Housing and Communal Services

The cluster analysis of regions of Russia by the group of 7 indicators characterizing the improvement of urban settlements, housing conditions and the state of the infrastructure of housing stock is carried out. For this purpose, the corresponding data of the Federal State Statistics Service for 79 regions for the period from 2005 to 2015 were used. Clustering of objects was carried out by the  $k$ -means method. The characteristic of the clusters obtained is given and regional features of the development of urban settlements are revealed. The results obtained make it possible to identify the groups of similar regional objects, to study their features and to develop measures for each group in the field of housing and communal services.

**Keywords:** cities and regions, housing and communal services, improvement of territories, cluster analysis.

**For citation:** Zviagintseva A.V., Shvetsova A.A. Cluster analysis of Russian regions according to indicators of housing and communal services. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 8, pp. 40–43. (In Russian).

В мире наблюдается глобальная тенденция, когда благосостояние регионов, уровень их жизни, степень технологического развития и общественная производительность труда тесно связаны с плотностью проживания населения и уровнем развития городских поселений. В свою очередь, особенностью современного этапа развития городов является рост открытости их экономики и усиливающиеся процессы миграции населения на фоне крайне неравномерного развития регионов страны. В этом плане важным является сравнение городов и регионов России по уровню развития жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ).

Мировой опыт демонстрирует большое разнообразие моделей развития городов. Среди них отмечают современные [1–10] и классические [11–15] модели городов и их подсистем. Авторы работы [16] считают целесообразным выделять четыре исторические модели развития городов: модели промышленного, торгового, сервисного и ориентированного на удобства города. В России существуют все четыре перечисленных выше формата развития городов, хотя в целом преобладают модели промышленного и торгового городов. Имеется также множество других прогрессивных моделей развития: креативные города, города возможностей, города устойчивого развития, «зеленые» города, «ум-

ные» города, здоровые города, компактные города, города будущего, социальные города и т. д. [17].

Большая часть социально-экономических моделей регионов базируется на моделях мировой динамики (модели Д. Медоуза, М. Месаровича и Э. Пестеля, Л. Клейна, В. Леонтьева), на работах Эрреры, Кайя–Судзуки, Линнемана, Робертса, глобальной межотраслевой модели В. Леонтьева, системно-динамической модели развивающихся стран К. Саида, модели «США на пороге XXI века», на моделях экономики, а также на моделях развития города, разработанных Дж. Форрестером и его командой [18]. Анализ отдельных моделей регионального развития приведен в работах [19–23].

Сравнительное моделирование городов и регионов позволяет оценить их самобытность, конкурентоспособность и привлекательность исходя из анализа особенностей их развития.

Поэтому целью статьи является проведение сравнительного анализа по субъектам Российской Федерации территорий городов и населенных пунктов городского типа на основе совокупности показателей жилищно-коммунального хозяйства для изучения особенностей территориального развития.

По данным Росстата по состоянию на 1 января 2016 г., в городах России доля жилищного фонда с централи-

Показатели развития городских территорий и их статистические характеристики за 2015 (2005) г.

Таблица 1

Показатели по субъектам Российской Федерации	Минимум	Максимум	Среднее значение	Среднек. отклонение
Протяженность тепловых сетей, км	23,2 (0)	11055,9 (10900)	2140,7 (2243)	1978,3 (1980,9)
Протяженность водопроводных сетей, км	110 (100)	21150,9 (20800)	4524,3 (4212,7)	3853,5 (3623,7)
Протяженность канализационных сетей, км	6,6 (3)	5662,1 (5998)	999,5 (951,2)	923,6 (914,8)
Площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на 1 жителя в городских поселениях, м <sup>2</sup>	14,5 (11,4)	33,3 (33,5)	24,4 (20,7)	2,87 (2,81)
Доля общей площади зеленых массивов и насаждений в городах от общей площади городских земель, %	1,4 (0,6)	55,5 (64,5)	22,3 (21,9)	10,74 (10,85)
Доля замощенных частей улиц городов и поселков городского типа в их общей протяженности, %	27 (27,9)	100 (100)	70,8 (67,2)	15 (14,58)
Доля освещенных частей улиц городов и поселков городского типа в их общей протяженности, %	12,9 (10,2)	100 (100)	66,8 (66,5)	17,75 (20,67)

Таблица 2

Результаты кластеризации регионов России

Кластер	Субъекты Российской Федерации
1	Области: Владимирская, Ивановская, Калужская, Костромская, Рязанская, Смоленская, Тверская, Тульская, Ярославская, Архангельская, Вологодская, Калининградская, Ленинградская, Мурманская, Новгородская, Псковская, Астраханская, Волгоградская, Кировская, Оренбургская, Пензенская, Самарская, Саратовская, Свердловская, Тюменская, Челябинская, Новосибирская, Омская, Томская, Сахалинская. Республики: Карелия, Коми, Адыгея, Кабардино-Балкарская, Северная Осетия – Алания, Башкортостан, Марий Эл, Мордовия, Удмуртская, Чувашская. Края: Пермский, Алтайский, Красноярский, Хабаровский.
2	Области: Курганская, Иркутская, Кемеровская, Амурская, Магаданская, Еврейская автономная. Республики: Калмыкия, Карачаево-Черкесская, Алтай, Бурятия, Саха (Якутия). Края: Забайкальский, Камчатский, Приморский. Чукотский автономный округ.
3	Области: Белгородская, Брянская, Воронежская, Курская, Липецкая, Орловская, Тамбовская, Ростовская, Ульяновская. Республики: Татарстан, Хакасия. Края: Краснодарский, Ставропольский.

Таблица 3

Характеристика областей кластеризации по стандартизированным показателям ЖКХ

Станд. показатели	Кластер					
	1		2		3	
	Среднее значение	Среднек. отклонение	Среднее значение	Среднек. отклонение	Среднее значение	Среднек. отклонение
$p_1$	-0,1226	0,5503	-0,9202	0,5025	1,7273	0,8258
$p_2$	0,0495	0,5441	-0,9524	0,4774	0,371	0,6912
$p_3$	0,0717	0,7128	-0,5254	0,9293	0,001	0,6722
$p_4$	0,1298	0,6566	-0,1931	0,8677	0,4709	0,385
$p_5$	0,0016	0,9221	0,4315	1,1963	-0,4114	0,3902
$p_6$	0,171	0,7095	-0,9833	1,0312	0,5313	0,8399
$p_7$	0,1988	0,6683	-1,1728	0,6934	0,6680	0,6176

зованным холодным водоснабжением составила 81%; централизованным горячим водоснабжением – 68%; канализацией – 77%; газом – 67% и централизованным отоплением – 85% [24]. В целом это развитие инфраструктуры на 5–10% ниже, чем в странах Европы или США. Несмотря на недостаточную развитую инфраструктуру, острота ситуации в сфере ЖКХ в последние годы несколько снижается.

**Используемые данные и методы.** Данными для анализа являлась статистическая информация Федеральной службы госстатистики [24]. Информация о состоянии инфраструктуры жилищного фонда, благоустройстве городских поселений и т. п. охватывала данные по 46 показателям для городских территорий 79 регионов России за 2005–2015 гг. В целом объем информации составлял около 40 тыс. статистических наблюдений.

Для анализа в качестве показателей состояния инфраструктуры жилищного фонда по субъектам Российской Федерации приняты:

- относительная протяженность тепловых сетей  $p_1$ ;
- относительная протяженность водопроводных сетей  $p_2$ ;
- относительная протяженность канализационных сетей  $p_3$ .

Данные показатели определяли в безразмерном виде путем отношения общей протяженности каждой сети (км) к величине  $\sqrt{S}$ , где  $S$  – площадь городов и поселков городского типа по субъектам Российской Федерации, км<sup>2</sup>.

В свою очередь, в качестве показателей благоустройства городских поселений и жилищных условий населения использовались:

- относительная площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя в городских поселениях,  $p_4$

(соответствующая площадь жилых помещений, отнесенная к максимально наблюдаемому значению в группе – 33,5 м<sup>2</sup> на человека);

– доля площади зеленых массивов и насаждений в городах по субъектам Российской Федерации от общей площади городских земель,  $p_5$ ;

– доля замощенных частей улиц, проездов и набережных городов и поселков городского типа по субъектам Российской Федерации в их общей протяженности,  $p_6$ ;

– доля освещенных частей улиц городов и поселков городского типа, проездов и набережных по субъектам Российской Федерации в их общей протяженности,  $p_7$ .

Некоторые статистические характеристики данных показателей для 2005 и 2015 гг. приведены в табл. 1.

Для изучения многомерных статистических данных использовались методы кластерного анализа.

Кластеризация осуществлялась методом  $k$ -средних с применением программы Statistica [25]. В процессе анализа в качестве меры кластеризации использовался метод ближайшего соседа и евклидово расстояние. Исходные данные по показателям приводились к безразмерному виду и стандартизировались: из значений величины вычитались средние значения и полученная разность делилась на корень квадратный из дисперсии.

**Кластерный анализ регионов России по показателям жилищно-коммунального хозяйства.** Для реализации метода  $k$ -средних необходимо сформулировать гипотезу относительно числа кластеров. Используя метод иерархической кластеризации [25, 26], построена дендрограмма, которая позволила при дальнейшем анализе в качестве предварительной гипотезы принять пять кластеров.

Первый кластер содержал 38 регионов Федерации, второй – 10 и третий – 24 субъекта. При предварительной кластеризации 79 регионов также получили две группы с малым числом объектов. Например, четвертый кластер содержал четыре объекта, в который входят города Москва и Санкт-Петербург, а также Московская и Нижегородская области. Данные регионы характеризуются самыми высокими значениями показателей жилищно-коммунального хо-

зяйства. В свою очередь, в пятый кластер вошли три объекта – республики Дагестан, Ингушетия и Тыва, которые имеют очень низкие значения показателей ЖКХ.

Указанные выше семь объектов имеют обособленное положение по отношению к остальным 72 регионам, поэтому окончательная кластеризация регионов России (без учета аномальных объектов) осуществлялась путем выделения трех кластерных групп. Результаты кластеризации 72 регионов приведены в табл. 2 и 3.

**Выводы.** Выполненный кластерный анализ развития городов и поселков городского типа по семи показателям жилищно-коммунального хозяйства показал, что города Москва и Санкт-Петербург, а также Московская и Нижегородская области в силу своих особенностей существенно опережают в развитии все регионы России. Это происходит на фоне расширения границ городов и пригородов. Например, за последние 10 лет площадь города Москвы за счет пригородов выросла в 2,37 раза, а площадь городских территорий Московской области – в 1,67 раза.

К регионам с самым низким уровнем развития ЖКХ относятся республики Дагестан, Ингушетия и Тыва.

Все остальные регионы России хотя и могут быть разбиты на три кластера, демонстрируют относительно однородный характер развития жилищно-коммунального хозяйства. Среди 72 субъектов Российской Федерации все три кластера достаточно многочисленны: средний уровень представляют 44 субъекта, более высокий уровень – 13 регионов и более низкий уровень – 15 субъектов.

Выполненный анализ и динамика процессов в области урбанизации и ЖКХ указывают на сохранение в стране преимущественно моноцентрической системы развития городских территорий с чрезмерной концентрацией финансовых, транспортных и миграционных потоков и хозяйственных связей вокруг нескольких крупных городов и регионов. Это приводит к явному агломерационному эффекту развития отдельных территорий страны за счет всех остальных регионов и возникновению системных противоречий, связанных с неопределенностью развития регионов России.

#### Список литературы

1. Albeverio S. The dynamics of complex urban systems. An interdisciplinary approach. Berlin: Springer, 2007. 504 p.
2. Naldi G., Pareschi L., Toskani G. Mathematical modeling of collective behavior in socio-economic and life sciences. Berlin: Springer, 2010. 438 p.
3. Словохотов Ю.Л. Физика и социофизика. Ч. 1–3 // *Проблемы теории и практики управления*. 2012. Вып. 1. С. 2–20. Вып. 2. С. 2–31. Вып. 3. С. 2–34.
4. Вайдлих В. Социодинамика: Системный подход к математическому моделированию в социальных науках. М.: URSS, 2010. 480 с.
5. Meyers R.A. Encyclopedia of complexity and systems science. Berlin: Springer. 2009, 10370 p.
6. Chakrabarti B.K., Chakraborti A., Chatterie A. Econophysics and sociophysics: trends and perspectives. Berlin, Wiley-VCH, 2006. 622 p.
7. Звягинцева А.В. Вероятностные методы комплексной оценки природно-антропогенных систем. М.: Спектр, 2016. 257 с.

#### References

1. Albeverio S. The dynamics of complex urban systems. An interdisciplinary approach. Berlin: Springer, 2007. 504 p.
2. Naldi G., Pareschi L., Toskani G. Mathematical modeling of collective behavior in socio-economic and life sciences. Berlin: Springer, 2010. 438 p.
3. Slovohotov J.L. Fizika i sociofizika [Physics and sociophysics]. Ch. 1–3. *Problemy teorii i praktiki upravleniya*. 2012. Iss. 1, pp. 2–20; Iss. 2, pp. 2–31; Iss. 3, pp. 2–34. (In Russian).
4. Vajdlil V. Sociodinamika: Sistemnyj podhod k matematicheskomu modelirovaniju v social'nyh naukah [Social dynamics: A systemic approach to mathematical modelling in social sciences]. Moscow: URSS, 2010. 480 p.
5. Meyers R.A. Encyclopedia of complexity and systems science. Berlin: Springer. 2009, 10370 p.
6. Chakrabarti B.K., Chakraborti A., Chatterie A. Econophysics and sociophysics: trends and perspectives. Berlin, Wiley-VCH, 2006. 622 p.
7. Zviagintseva A.V. Veroyatnostnye metody kompleksnoi ocenki prirodno-antropogennykh sistem [Probabilistic methods of a complex assessment of natural and anthropogenic systems]. Moscow: Spektr. 2016. 257 p.

8. Тульская С.Г., Чуйкина А.А. Формирование городской территории при градостроительном проектировании // *Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации*. 2016. № 1 (1). С. 9–20.
9. Мелькумов В.Н., Чуйкин С.В., Папшицкий А.М., Скляров К.А. Моделирование структуры инженерных сетей при территориальном планировании города // *Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура*. 2015. № 2 (38). С. 41–48.
10. Лежава И.Г. Проблемы проектирования городов России // *Жилищное строительство*. 2013. № 5. С. 5–13.
11. Макагонов П.П. Управление развитием городских территорий. М.: ИПКГосслужбы, 2001. 351 с.
12. Sen A. and Smith T.E. Gravity Models of Spatial Interaction Behaviour. Heidelberg, Germany: Springer, 1995. 572 pp.
13. Taylor P.J. World City Network: A Global Urban Analysis. London: Routledge, 2004. 256 p.
14. Торбенко А.М. Модели линейного города: Обзор и типология // *Журнал Новой экономической ассоциации*. 2015. № 1 (25). С. 12–38.
15. Данилова Э.В., Бакшутова Д.В. Модели описания города в контексте исторической эволюции // *Архитектон: известия вузов*. 2017. № 4 (60). С. 5–18.
16. Guide to City Development Strategies Improving Urban Performance. Washington, D.C.: The Cites Alliance. 2006. 80 p.
17. Фролов Д.П., Соловьева И.А. Современные модели городского развития: от противопоставления – к комбинированию // *Пространственная экономика*. 2016. № 3. С. 151–171.
18. Форрестер Дж. Динамика развития города. М.: Прогресс, 1974. 224 с.
19. Лычкина Н.Н. Компьютерное моделирование социально-экономического развития регионов в системах поддержки принятия решений // *Идентификация систем и задачи управления*. 2004. № 1. С. 1377–1402.
20. Путилов В.А., Горохов А.В. Системная динамика регионального развития. Мурманск: НИЦ «Пазори», 2002. 304 с.
21. Гурьянова Л.С. Моделирование сбалансированного социально-экономического развития регионов. Бердянский: ФОР Ткачук А.В., 2013. 406 с.
22. Модели оценки неравномерности и циклической динамики развития территорий / Под ред. Т.С. Клебановой, Н.А. Кизима. Харьков: ИНЖЭК, 2011. 352 с.
23. Современные подходы к моделированию сложных социально-экономических систем / Под ред. В.С. Пономаренко, Т.С. Клебановой, Н.А. Кизима. Харьков: ФЛП Александрова К.М.; ИД «ИНЖЭК», 2011. 280 с.
24. Жилищное хозяйство в России. 2016: Стат. сб. М.: Росстат, 2016. 63 с.
25. Дюран Б. Кластерный анализ. Одел П.М.: Книга по требованию, 2012. 128 с.
26. Орлова И.В., Филонова Е.С. Кластерный анализ регионов Центрального федерального округа по социально-экономическим и демографическим показателям // *Статистика и математические методы в экономике*. 2015. № 5. С. 111–115.
8. Tul'skaja S.G., Chujkina A.A. Formirovanie gorodskoj territorii pri gradostroitel'nom proektirovanii [Formation of urban area in urban projection]. *Gradostroitel'stvo. Infrastruktura. Kommunikacii*. 2016. No. 1 (1), pp. 9–20. (In Russian).
9. Mel'kumov V.N., Chujkin S.V., Papshickij A.M., Skljarov K.A. Modelirovanie struktury inzhenernyh setej pri territorial'nom planirovanii goroda [Modeling the structure of engineering networks in the territorial planning of the city]. *Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura*. 2015. No. 2 (38), pp. 41–48. (In Russian).
10. Lezhava I.G. Problems of designing cities In Russia. *Zhilishhnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 5, pp. 5–13. (In Russian).
11. Makagonov P.P. Upravlenie razvitiem gorodskih territorij [Urban development managment]. Moscow: IPKgossluzhby, 2001. 351 p. (In Russian).
12. Sen A. and Smith T.E. Gravity Models of Spatial Interaction Behaviour. Heidelberg, Germany: Springer, 1995. 572 pp.
13. Taylor P.J. World City Network: A Global Urban Analysis. London: Routledge, 2004. 256 p.
14. Torbenko A.M. Modeli linejnogo goroda: obzor i tipologija [Linear city models: overview and typology]. *Zhurnal Novej jekonomichej asociacii*. 2015. No. 1 (25), pp. 12–38. (In Russian).
15. Danilova Je.V., Bakshutova D.V. Models of describing the city in the context of historical evolution. *Arhitekton: izvestija vuzov*. 2017. No. 4 (60), pp. 5–18. (In Russian).
16. Guide to City Development Strategies Improving Urban Performance. Washington, D.C.: The Cites Alliance. 2006. 80 p.
17. Frolov D.P., Solov'eva I.A. Modern models of urban development: from opposing to combining. *Prostranstvennaja jekonomika*. 2016. No. 3, pp. 151–171. (In Russian).
18. Forrester Dzh. Dinamika razvitija goroda [City growth dynamics]. Moscow: Progress, 1974. 224 p.
19. Lychkina N.N. Komp'juternoe modelirovanie social'no-ekonomicheskogo razvitija regionov v sistemah podderzhki prinjatija reshenij [Computer modeling of social and economic development of regions in decision support systems]. *Identifikacija sistem i zadachi upravlenija*. 2004. No. 1, pp. 1377–1402. (In Russian).
20. Putilov V.A., Gorohov A.V. Sistemnaja dinamika regional'nogo razvitija [System dynamics of regional growth]. Murmansk: NIC "Pazori", 2002. 304 p.
21. Gur'janova L.S. Modelirovanie sbalansirovannogo social'no-jekonomicheeskogo razvitija regionov [Modeling of balanced socio-economic development of regions]. Berdjansk: FOP Tkachuk A.V. 2013. 406 p.
22. Modeli ocenki neravnomernosti i ciklicheskoj dinamiki razvitija territorij [Evaluation models irregularity and cyclic dynamics of territorial development] / Pod red. T.S. Klebanovoj, N.A. Kizima. Harkov.: INZhJeK, 2011. 352 p.
23. Sovremennye podhody k modelirovaniju slozhnyh social'no-ekonomicheskijh sistem [Modern approaches to modeling complex socio-economic systems] / Pod red. V.S. Ponomarenko, T.S. Klebanovoj, N.A. Kizima. Harkov: ID "INZhJeK". 2011. 280 p.
24. Zhilishhnoe hozhajstvo v Rossii [Housing services In Russia]. 2016. Moscow: Rosstat, 2016. 63 p.
25. Djuran B. Klasternyj analiz [Cluster analysis] Odell P.M.: Kniga po Trebovaniju. 2012. 128 p.
26. Orlova I.V., Filonova E.S. Cluster analysis of regions of the Central Federal area on socio-economic and demographic indicators. *Statistika i matematicheskie metody v jekonomike*. 2015. No. 5, pp. 111–115. (In Russian).

УДК 728:69

С.В. НОРЕНКОВ, д-р филос. наук (snorenkov@yandex.ru), Е.С. КРАШЕНИННИКОВА, канд. филос. наук  
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (603950, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65)

## 25 лет жилищного проекта Всемирного банка в России: архитектоника прогноза выбора по путям опыта

*Приведена аргументированная двадцатипятилетним опытом аналитика выбора путей устойчивого развития с необходимым нарастанием объемов и качества жилищного строительства. Из истории жилищного строительства нашей страны важно понять особенности в реализации домостроительных потребностей народа, многодетных и бездетных семей. В настоящее время начинается реализация отечественного жилищного проекта на предстоящую половину двенадцатилетнего цикла. Весной 1993 г. эксперты Всемирного банка – крупнейшей финансовой организации мира приступили к подготовке жилищного проекта, направленного на финансирование реформ в сфере рыночного строительства правопреемника СССР – России. Этот опыт полезен для профессионального прогноза жилищного строительства в иерархии отечественных городов. Предстоит заново планомерно осмыслить и просчитать перспективы жилищного строительства для россиян на ближайшие шесть лет. Для утверждения системности строительства городов, где более 60% построек – жилье, следует подвести двадцатипятилетние итоги капиталооформительской революции начала 1990-х гг. в отношении жилищного строительства в целом.*

**Ключевые слова:** жилищный проект, иерархия строительства городов, программы жилищного строительства, архитектура прогноза и реализации.

**Для цитирования:** Норенков С.В., Крашенинникова Е.С. 25 лет жилищного проекта Всемирного банка в России: архитектура прогноза выбора по путям опыта // *Жилищное строительство*. 2018. № 8. С. 44–48.

S.V. NORENKOV, Doctor of Sciences (Philosophy) (snorenkov@yandex.ru), E.S. KRASHENINNIKOVA, Candidate of Sciences (Philosophy)  
Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering (65, Ilinskaya Street, Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation)

### 25 Years of Housing Project of the World Bank in Russia: Architectonics of Forecast of Choice in Accordance with the Ways of Experience

The analytics of the choice of ways of sustainable development with the necessary increase in the volume and quality of housing construction, which has been argued by twenty-five years of experience, is presented. From the history of housing construction in our country, it is important to understand the features of the implementation of the house-building needs of the people, large and childless families. At present, the implementation of the national housing project for the next half of the twelve-year cycle is beginning. In the spring of 1993, experts of the World Bank, the world's largest financial organization, began to prepare a housing project aimed at financing reforms in the field of market construction of the successor of the USSR – Russia. This experience is useful for the professional forecast of housing construction in the hierarchy of domestic cities. It is necessary to rethink and calculate in plans the prospects of housing for Russians for the next 6 years. For approving the systematic nature of construction of cities, where more than 60% of the buildings are homes, it is necessary to summarize the twenty-five year results of the capitaloformative revolution of the early 1990s in respect of housing construction in general.

**Keywords:** housing project, hierarchy of cities construction, housing construction program, architectonics of forecast and implementation.

**For citation:** Norenkov S.V., Krasheninnikova E.S. 25 years of housing project of the World Bank in Russia: architectonics of forecast of choice in accordance with the ways of experience. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 8, pp. 44–48. (In Russian).

Важнейший фактор благополучия людей – граждан России, обусловленный наличием достойного и добротного жилья, долгие десятилетия остается проблемой. Прорывными этапами в жилищной отрасли были сталинские («сталинки») и хрущевские («хрущевки») проекты [1]. Программы жилищного строительства при разных властных структурах «брежневского», «застойного», перестроечного, постперестроечного и нынешнего типа преимущественно сходны в своей декларативности. Власть и деньги слабо работают на интересы людей и сбережение народа. Профессиональная аналитика и практика расселения людей на огромных просторах России напоминают безуспешность изменения иерархического строительства городов и поселений неравных по потенциалам и инвестициям [2].

Спектр мнений и установок в разных ветвях власти по поводу путей потенциально неустойчивого развития жи-

лищного строительства в России может быть соотнесен с двадцатипятилетним опытом внешнего участия Всемирного банка в этом процессе. Подобный опыт типичен не только для нашей страны. Главным компонентом преимущественно извне выстроенного Жилищного проекта была либеральная политико-рыночная и свободная экономико-юридическая подготовка земельных участков под частную, кооперативную и муниципальную застройку.

Первоначально Всемирный банк на избранных им площадках планировал выделить кредит для осуществления этого проекта на сумму 450 млн долл. При условиях, оговоренных в Соглашении о займе, эта сумма складывалась из «собственного капитала» с примерной стоимостью 350 млн долл. и 100 млн долл. на финансирование технической помощи (Письмо Госстроя России от 25.03.94 г. № ЕЕ–39–201/3 Приложения. С. 3.). По экспертным дан-

ным, это был льготный кредит сроком на 17 лет с освобождением в первые годы от выплат. На начальном этапе проявилось 28 городов-претендентов на кредиты Всемирного банка. По конкурсным правилам Жилищного проекта в 1994 г. из всех претендентов осталось пять городов-участников, иерархически имеющих реальные типически-коммерческие жилищные проекты: Санкт-Петербург (одна из «двух столиц»), Нижний Новгород (один из городов-миллионников), Новгород, Тверь («серединные») и Барнаул («крайний»).

Сама идеология подбора площадок по всей России имела для Всемирного банка принципиальное прогностически-прагматическое решение. На конкурентной основе с «подковерными правилами» при количестве предложенных более сотни площадок от нескольких десятков городов был определен достаточный для банка минимум конкретных проектов. Большинство из российских городов тогда находилось в «пике перестройки» – пикирующей вниз стадии деградации страны – капиталистической петли (обновляемой и разбазариваемой) России. Соответственно определенность выбора сводилась к нескольким иерархическим уровням жилищной проблематики, обусловленной финансовым состоянием участников проекта. Субординация в архитектонике обеспечения жилищем граждан выглядела внешне незамысловатым образом: «столица(ы)», «миллионник(и)», «средняк(и)» и «некто (неопределенное множество) из Сибири» (Норенков С.В. Нижегородский опыт жилищного проекта Всемирного банка // *Стройпрофиль*. 2005. № 7. С. 7–8).

Руководство всем проектом вторично после Всемирного банка оставалось у инициаторов реформ в Первопрестольной – сердце «двуглавого орла» державы, в начале 1990-х гг. «с почти полным отсутствием инвестиционного риска» (Пояснительная записка к Проекту жилищного строительства от 27.07.1993 г. Приложение Б. С. 10). По показателям глубоко выстроенная окончательная выборка имела следующие ключевые критерии: 1 – численность жителей города; 2 – ежегодный прирост населения с 1980 по 1991 г.; 3 – среднее число проживающих в квартире; 4 – средний размер семьи. Соответственно критериальные статистические позиции укрупненных внутрисоюзных показателей на 1990–1991 гг. выглядели следующим образом. Санкт-Петербург: 1 – 5 млн; 2 – 0,7%; 3 – 3,1. Нижний Новгород: 1 – 1,5 млн; 2 – 0,7%; 3 – 4,1; 4 – 3,1. Новгород: 1 – 243 тыс.; 2 – 2%; 3 – 3,7; 4 – 3,1. Тверь: 1 – 456 тыс.; 2 – 1%; 3 – 3,81; 4 – 3,1 (Пояснительная записка к Проекту жилищного строительства от 27.07.1993 г. Приложение А.).

В постперестроечную эпоху работа Всемирного банка очень поверхностно, преимущественно положительно и перспективно освещалась в прессе разного уровня. Итоговые результаты представляют собой крайне широкий спектр: он разворачивается от явного позитива (построение цивилизованного рынка жилья с подконтрольной государству банковской системой ипотеки) до безусловного негатива: обманутые дольщики, отторгнутые от социальной поддержки семьи, и добропорядочные совестливые советские труженики лишённые соответствующего вознаграждения продвижением в очереди на жилье, не вписавшиеся в рыночную экономику.

С позиций сегодняшнего дня очевидны заблуждения и промахи, которые проявлялись в ускоренном ритме организационных, предпроектных, проектных и строительных работ. Необычной была финансовая специфика планиро-

вания самих проектных работ и продвижения средств по разным вариантам финансовых схем, в которых были бы относительно гармонично задействованы банки, государственные и частные структуры. По мере получения информации от попеременно курсирующих по своим траекториям экспертов по линии Всемирного банка более успешно решались юридические и нормативно-правовые вопросы. Преимущественно они шли очень интенсивно полтора года и в основном касались области рыночных реформ и максимально набирающей обороты тотальной коммерциализации жилищной политики в стране.

Одним из основных позитивных моментов работы по нормативам Жилищного проекта Всемирного банка стала своеобразная легализация юридически-правовой и финансово-экономической сторон в развитии рыночных услуг жилищной сферы. Главным был перевод стрелок от управления партократов и чиновников в сторону предприимчивых богатых людей, успешных предпринимателей и узкого слоя банкиров.

В целом работы по проекту обеспечили форсированную законодательную разработку и принятие пакета документов, отвечающих устойчивому развитию рынка жилья:

- развивались методы и порядок регистрации прав собственности на недвижимость, включая титул собственности, залог земли и жилища;

- утверждались временные правила застройки, которые впоследствии уточнялись по кадастрам, а также принимались законодательными собраниями областей, иными органами власти;

- определялся порядок форм предоставления земельных участков для частного и арендуемого жилищных секторов строительства, который уже законодательно осуществлялся посредством конкурсных торгов и аукционов, залоговых и ваучерных выкупов;

- законодательно прописывались процедуры для разработки и принятия форм соглашений и порядка заключения контрактов (договоров), привлечения частных строительных фирм и застройщиков (кредиторов и девелоперов);

- продвигались новые виды архитектурно-планировочных заданий, технико-экономических показателей, бизнес-планов, усложняющихся, а в чем-то упрощающихся условий на согласованную проектную документацию (градостроительные нормы, правила, требования);

- формировались и юридически закреплялись правила и порядок постоянно обновляемых процедур согласований, обеспечивающих создание более свободных и эффективных методов раздельного и совместного владения жильем на первичном и вторичном рынках недвижимости, проводилось «долевое участие».

Подведем некоторые важные итоги по участникам проекта. Разница объясняется частично сорвавшейся работой специалистов Всемирного банка, планировавшейся на несколько лет, но растянувшейся на жизнь целого «потерянного поколения» из-за дефолта 1998 г. К этому следует добавить и иные несуразности, так же привычные для все еще сохраняющегося массового советского менталитета россиян, живущих в иерархически различных не только по численности, но и по качеству городах.

Санкт-Петербург оказался на общем фронте разнорядного ряда субъектов наиболее преуспевающим и вполне успешным по строительству и продаже жилья на выбранных площадках. Там начиная с 2006 г., по настоящее время идет

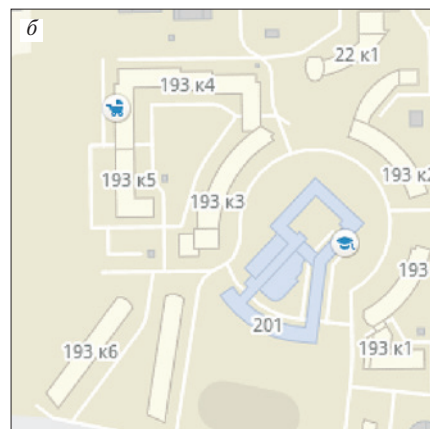
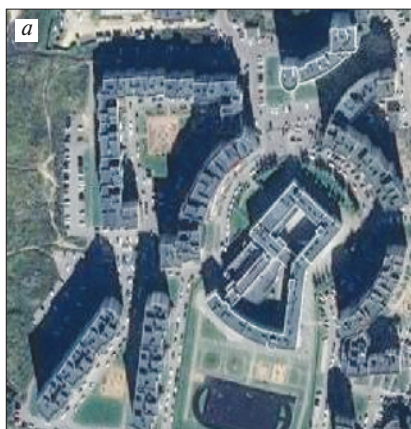
уже свой «Жилищный проект», более того, два раза в год он осуществляется как выставка достижений архитектуры, жилищного строительства и бизнес-управленческого консультирования многочисленных специалистов и граждан. По Москве и Санкт-Петербургу эксперты иногда оценивают условия ведения бизнеса в России. Хотя без экспертизы ясно, что в разных концах великой страны крайне различные результаты. В этой многоликой реальности, по мнению авторов, есть существо проблем жилищного строительства для всех без исключения россиян. Специалистам Всемирного банка они были глубоко безразличны, поскольку их постоянно интересовали главные экономические критерии: возврат вложенных средств и итоговая прибыль.

Нижний Новгород в целом относительно безболезненно справился с программой Всемирного банка по строительству микрорайона «Деловой» (см. рисунок). Стоимость стандартной однокомнатной квартиры преодолела барьер в 1 млн р. (60 тыс. р. за 1 м<sup>2</sup>) при средней зарплате в промышленности по области около 40 тыс. р.

Сейчас в Нижнем Новгороде идет кварталльно-микрорайонное строительство ряда других значительных, нескольких небольших и менее важных территорий по корректируемым коммерческим схемам с авторскими наработками архитекторов [3–6]. Ежегодно по весне проходят тематические Нижегородские ярмарки, совмещающие форум «Великие реки» и всероссийскую выставку «Архитектура и строительство». Относительно успешно реализуется программа «Жилье для российской семьи». Она осуществляется с комплексом льгот по ипотеке на значительной по территории площадке «Окский берег», где задействованы механизмы государственно-частного партнерства с подконтрольными для банков условиями участия.

В «средних» городах Центра России были относительно разные результаты. Преимущественно успешно и с продолжением сотрудничества со Всемирным банком идут работы в Великом Новгороде. Новгородская область в числе четырех субъектов России участвует в совместном проекте Министерства культуры РФ и Всемирного банка «Сохранение и использование культурного наследия в Российской Федерации» (<http://www.vsemirnyjbank.org/ru/news/press-release/2010/12/08/world-bank-continues-working-partnership-russia-cultural-heritage>). Задачей проекта является восстановление объектов культурного наследия с целью их использования для развития культурно-познавательного туризма в РФ и увеличения вклада туризма в основные показатели социально-экономического развития регионов России.

В Твери были свои препятствия по финансированию прохождения проекта. Например, весной 1999 г. Правительство РФ уведомило администрацию города и области о продлении срока возврата с 5 до 10 лет, увеличении льготного периода с 2 до 4 лет и изменении графика платежей по погашению обязательств. Тогда согласно новому графику платежей погашение основного долга должно было осуществляться с 1 августа 2000 г. по 1 февраля 2005 г. путем выплаты равными долями по 547 590 долл. США дважды в год: 1 февраля и 1 августа. Тем не менее еще в 2004 г.



Микрорайон «Деловой» в Нижнем Новгороде (в центре школа с бассейном): а – снимок из космоса; б – изображение в программе 2GIS

по приглашению администрации Тверской области Тверь посетила миссия Всемирного банка реконструкции и развития, работающая в нашей стране по проекту реформирования жилищно-коммунального хозяйства.

Барнаул по сравнению с другими участниками проекта пострадал и был частично отлучен от работы по Жилищному проекту Всемирного банка. Об огромной общественной значимости резолюции «барнаульского митинга» в плане национальной безопасности свидетельствует масштаб аналогичной деятельности Всемирного банка, представляющих этот финансовый институт при международных сделках Европейского банка реконструкции и развития (ЕБРР), Международного банка реконструкции и развития (МБРР) в 1990-х гг. в России.

Жилищные займы от Всемирного банка параллельно получали Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Великий Новгород, Тверь, Барнаул. Помимо них субзаймы на проект передачи ведомственного жилья получили Владимир, Рязань, Петрозаводск, Волхов, Череповец, Оренбург, Саратов, Ижевск. По проекту поддержки земельной реформы (ЛАРИС) субзаймы (от 1,3 до 8,5 млн долл.) получали Калининградская, Нижегородская, Пермская, Самарская, Архангельская, Ленинградская, Омская и Смоленская области, Мордовия. Из работы эксперта в Нижнем Новгороде было известно, что только одной фирме, занимающейся подготовкой площадки микрорайона, Всемирным банком было перечислено через «НБД» банк 13 млн долл.

Подведем обобщенные итоги 25-летнего опыта Жилищного проекта Всемирного банка и обозначим архитектуру возможностей прогноза путей устойчивого развития с учетом ошибок и достижений прошлого.

Заложенные идеи рыночного жилья в Жилищном проекте банка в целом имели переходное значение. В условиях борьбы на нескольких сдвоенных и строенных фронтах жилищного строительства есть устойчивые тенденции и тренды рыночных реформ в сфере жилья. Одна из основных: процесс массовой приватизации в целом завершен, и потенциально начинает утверждаться идея муниципальной аренды, комплексных программ для молодых специалистов и семей, способных к расширенному воспроизводству [6].

В России Жилищный проект Всемирного банка получил неполное, урезанное из-за дефолта воплощение в жизнь. Урбанизация и дезурбанизация на перехлестывающих кризисных волнах глобализации и регионализации в разных краях России иногда с легкостью побеждает самые



правильные доводы в пользу доступности жилья. В стране даже юридически полноценные документы существуют в хаотически обоснованной управляемости или регулярно неуправляемой новой застройке некогда прекрасных и славных исторических городов. К сожалению, историческая память у новоявленных банкиров, девелоперов, инвесторов, как правило, крайне короткая и слабо ориентирована на системный расчет динамики устойчивого развития города при условии сохранения его достойного образа [7, 8].

«Минимизация» славной истории Российского государства фактически привела к юридическому минимуму государственной поддержки статуса «исторический город». Их насчитывается по строжайшим правилам «экономной экономики» около пятидесяти на всю страну. Так, в Нижегородской области только город Арзамас (1578 г. основания – 440 лет) удостоился такого статуса. На поверку выходит, что Нижний Новгород (797 лет), Городец (866 лет), Семенов (374 года), Саров (327 лет), Балахна (483 года), Павлово (452 года), Лысково (608 лет), Выкса (261 год) и другие исторические города области уже не имеют такого статуса [9].

Новый ракурс современной политики экономической культуры жилищного строительства российских городов, с одной стороны, не должен даже статистически утрачивать конструктивной идеи о градообразующей роли предприятий [10]. С другой стороны, следует развивать комплексную систему коммерческой индустрии услуг для жизнеустройства, с которыми во многом и связано жилищное строительство [11].

В кластерном и агломерационном измерениях общегосударственной системы управления при местном взаимодействии с представителями малого и среднего бизнеса развитие жилищных услуг (гостиницы, апартаменты, пансионаты) важно дополнять культурой свободного перемещения граждан, в том числе и в туристическом плане:

– сфера услуг способна планомерно дополнять и совершенствовать постиндустриальное и инновационное производство системы расселения;

– туризм как фактор активизации подъема экономики исторических, малых и средних городов содействует сохранению и возрождению объектов архитектурно-исторического, культурного и природного наследия;

– международная торговля и культурный обмен, в том числе и в связи с международными рынками, должны су-

щественно повлиять на систему расселения всей страны, особенно в восточном и азиатском направлениях;

– поучительный плановый опыт качественной работы многих оргструктур по единым нормативным, финансовым и юридическим правилам забыт и в системе управления это следует восстанавливать. Идет укрупнение чиновничьих подразделений федерального и регионального, агломерационного и муниципального уровней. Частные инвесторы, в том числе и столичные, доводят, корректируют и перевыполняют, отрицают или по-своему совершенствуют сверхсложный отечественный Жилищный проект. Жилищное строительство необходимо рассматривать как одну из первостепенных национальных ценностей на массовых площадках не только избранных банков в качестве образцов пяти городов, но и по всей территории России;

– в советское время существовали пятилетние жилищные программы, долговременные программы развития территорий во благо людей всех национальностей, проживающих в огромной стране. Необходимость разработки подобных программ с учетом экологических проблем злободневна [12];

– за предстоящую пятилетку было бы разумно многократно повторить и усилить опыт Жилищного проекта Всемирного банка, но уже по программам одного из госбанков России как образцово-показательный Проект жилищного строительства по аналогичной иерархии городов. В связи с расслоением общества и беспрецедентным даже для развитых стран различием уровней доходов граждан особое внимание следует уделить политике смягчения контрастов богатых и откровенно бедных районов. Предстоит реновация устаревшего жилья. Необходимо развивать юридическую грамотность широких слоев населения.

Для устойчивого развития архитектуры градостроительства, жилищного строительства должны стабильно работать долгосрочные программы на 6, 12, 25, 50 и 100 лет вперед. Выдающиеся примеры ускоренного жилищного строительства в огромных масштабах дает социалистический Китай под руководством коммунистической партии. Прекрасные образцы успешных начинаний показывают социально ориентированные страны, а также северные европейские страны. Яркие и обнадеживающие примеры высококачественного прогнозирования, планирования, программирования, проектирования и жилищного строительства дает Москва и Московская область [13].

#### Список литературы

1. Градостроительство в тени Сталина. Мир в поисках социалистического города. СПб.: Любавич, 2015. 415 с.
2. Баркова О.И., Городищева А.Н. Постиндустриальное развитие территориальной организации России – синтез восточных и западных тенденций. Целостное мировоззрение: опыт исслед. и интерпретации. Материалы регион. науч. конф., посвящ. 70-летию со дня рожд. докт. филос. наук проф. В.А. Балханова. Улан-Удэ: Бурятский государственный университет, 2015. С. 84–90.
3. Квашнин Д. Город на реке Ра. Н. Новгород: Книги, 2015. 212 с.
4. Крашенинникова Е. С., Норенков С.В. Синархия артефактов творчества: архитектура ансамблестроения. Н. Новгород: ННГАСУ, 2017. 296 с.

#### References

1. Gradostroitel'stvo v teni Stalina. Mir v poiskah socialisticheskogo goroda [Town planning in Stalin's shadow. The world in search of the socialist city]. Sain Peterburg: Lyubavich, 2015. 415 p.
2. Barkova O.I., Gorodishcheva A.N. Post-industrial development of the territorial organization of Russia – synthesis of east and western tendencies. Papers of International scientific conference. Ulan-Ude: Buryat.gos. un-t. 2015, pp. 84–90. (In Russian).
3. Kvashnin D. Gorod na reke Ra [The city on the river Ra]. N. Novgorod: Knigi, 2015. 212 p.
4. Krashennnikova E.S., Norenkov S.V. Sinarhiya artefaktov tvorchestva: arhitektonika ansamblestroeniya [Sinarkhiya of creativity artifacts: ansamblestroyeniye very tectonics]. N. Novgorod: NNGASU, 2017. 296 p.
5. Gelfond A.L. The apartment dwelling in-level education of the architect (experience of NNGASU). *Zhilishhnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 10, pp. 14–19. (In Russian).

5. Гельфонд А.Л. Многоквартирное жилище в уровне образования архитектора (опыт ННГАСУ) // *Жилищное строительство*. 2017. № 10. С. 14–19.
6. Жилищная сфера Нижегородской области в 2000, 2005, 2009–2013 гг. Н. Новгород: Нижегородстат, 2014. 90 с.
7. Форрестер Д. Динамика развития города. М.: Прогресс, 1974. 287 с.
8. Линч К. Образ города. М.: Стройиздат, 1982. 328 с.
9. Нижний Новгород. Иллюстрированный каталог объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) федерального значения, расположенных на территории Нижнего Новгорода / Отв. ред. А.Л. Гельфонд. Н. Новгород, 2017. Кн. 1. 376 с.
10. Благова М.В., Мочалова В.М. Социально-архитектурная типология современного коммерческого жилища в России // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. 2014. № 2 (42). С. 38–46.
11. Комментарий к Жилищному кодексу Российской Федерации (постатейный) / Под ред. О.А. Городова. М.: Проспект, 2016. 640 с.
12. Алексашина В.В., Карташова. К.К. Проблемы твердых бытовых отходов (ТБО) в мегаполисе (на примере Москвы) // *Экология урбанизированных территорий*. 2014. № 4. С. 59–67.
13. Проект Россия. Большая Москва. М.: Объединенные проекты, 2013. 268 с.
6. Zhilishchnaya sfera Nizhegorodskoj oblasti v 2000, 2005, 2009–2013 gg. [The housing sphere of the Nizhny Novgorod Region in 2000, 2005, 2009–2013]. N. Novgorod: Nizhegorodstat, 2014. 90 p.
7. Forester D. Dinamika razvitiya goroda [Dynamics of development of the city]. Moscow: Progress, 1974. 287 p.
8. Lynch K. Obraz goroda [Image of the city]. Moscow: Stroyizdat, 1982. 328 p.
9. Nizhnij Novgorod. Illyustrirovannyj katalog ob'ektov kul'turnogo naslediya (pamyatnikov istorii i kul'tury) federal'nogo znacheniya, raspolozhennyh na territorii Nizhnego Novgoroda [Nizhny Novgorod. The illustrated catalog of objects of cultural heritage (historical and cultural monuments) of federal importance located in the territory of Nizhny Novgorod]. Edition A.L. Gelfond. N. Novgorod, 2017. Book 1. 376 p.
10. Blagova M.V., Mochalova V.M. Social and architectural typology of the modern commercial dwelling in Russia. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2014. No. 2 (42), pp. 38–46. (In Russian).
11. Kommentarij k Zhilishchnomu kodeksu Rossijskoj Federacii (postatejnyj) [The comment to the Housing code of the Russian Federation (itemized)]. Editor O.A. Gorodov. Moscow: Avenue, 2016. 640 p.
12. Aleksashina V.V., Kartashova. K.K. Problems of the municipal solid waste (MSW) in the megalopolis (on the example of Moscow). *Ehkologiya urbanizirovannyh territorij*. 2014. No. 4, pp. 59–67. (In Russian).
13. Proekt Rossiya. Bol'shaya Moskva [Russia project. Greater Moscow]. M.: Ob'edinennye proekty, 2013. 268 p.

## Требования к статьям, направляемым для публикации в журнал «Жилищное строительство»

### Уважаемые авторы!

Приступая к оформлению статьи для журнала «Жилищное строительство» внимательно ознакомьтесь с правилами и рекомендациями, размещенными на сайте издательства:

– Статьи серии «Начинающему автору» – [www.rifsm.ru/files/avtoru.pdf](http://www.rifsm.ru/files/avtoru.pdf)

– Как подготовить к публикации научно-техническую статью – [www.rifsm.ru/page/7](http://www.rifsm.ru/page/7)

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

– текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word и сохранен в формате \*.doc или \*.rtf;

– 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 ВСЕМИ 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 (заполненная информационная карта).

### Особое внимание библиографическим спискам!

### 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 2–5 лет в ведущих научно-технических и научных изданиях, на которые опирается автор в построении аргументации или постановке задачи исследования.

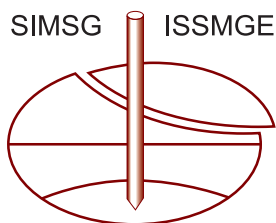
2. Ссылаться на монографии, опубликованные за последние 5 лет. Более давние источники также негативно влияют на показатели публикационной активности автора.

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

**Следуйте рекомендациям, и публикация  
не заставит себя долго ждать!**



Санкт-Петербургский  
Союз Архитекторов  
arcunionspb.ru



TC207 ISSMGE «Soil-Structure  
Interaction and Retaining Walls»  
tc207ssi.org



Институт  
«Геореконструкция»  
georeconstruction.com

Международная конференция по архитектуре и геотехнике  
Технического Комитета 207 ISSMGE

## ПОДЗЕМНАЯ УРБАНИСТИКА: АРХИТЕКТУРА И ГЕОТЕХНИКА

Санкт-Петербург, 19–21 сентября 2018 г., Дом Архитектора (Большая Морская ул., 52)

### Организаторы

- Союз Архитекторов Санкт-Петербурга
- International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE) – Международное общество по механике грунтов и геотехнике
- TC 207 “Soil-Structure Interaction and Retaining Walls” – Технический комитет 207 ISSMGE «Взаимодействие сооружений и оснований, подпорные стены»
- Институт «Геореконструкция», Санкт-Петербург

### Главная задача конференции

Обмен идеями между архитекторами, специалистами по реставрации и сохранению культурного наследия и геотехниками о развитии подземного пространства мегаполиса. В последнее время проводится немало научных конференций, объединяющих специалистов одного профиля. Организаторы конференции считают важным содействовать междисциплинарному общению профессионалов разных специальностей.

Ожидается участие в конференции специалистов из России, СНГ, Европы, Азии, Америки, Австралии.

Приглашаем специалистов в области архитектуры, градостроительства, геотехники, инженерной геологии, подземного строительства принять участие в конференции и выступить с докладом.

### Предполагаемые темы конференции

- Генеральный план подземного мегаполиса или «**ЧТО ДОЛЖНО БЫТЬ ПОД ЗЕМЛЕЙ?**»
- Освоение подземного пространства и сохранение исторического центра или «**РАЗВИТИЕ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА КАК СРЕДСТВО СОХРАНИТЬ ИСТОРИЧЕСКИЙ МЕГАПОЛИС**»
- Особенности архитектуры подземного города или «**ДОМ ПОД ЗЕМЛЕЙ**»
- Геотехнологии для освоения подземного пространства или «**КАК ПОСТРОИТЬ ПОДЗЕМНОЕ СООРУЖЕНИЕ**»
- Взаимодействие подземного сооружения и основания или «**КАК РАССЧИТАТЬ ПОДЗЕМНОЕ СООРУЖЕНИЕ**»
- Мониторинг при подземном строительстве или «**КАК СДЕЛАТЬ ПОДЗЕМНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО БЕЗОПАСНЫМ**»

### Информационные ресурсы конференции

RUS: [georeconstruction.ru](http://georeconstruction.ru)    ENG: [tc207ssi.org](http://tc207ssi.org)

Вся необходимая актуальная информация (Бюллетень конференции, Регистрационная форма, Шаблон для оформления статьи) представлена на указанных сайтах.

Для участия в конференции присылайте заполненную регистрационную форму на адреса [georeconstruction@gmail.com](mailto:georeconstruction@gmail.com) и [lisyuk@gmail.com](mailto:lisyuk@gmail.com)

**ПОДЗЕМНАЯ УРБАНИСТИКА: АРХИТЕКТУРА И ГЕОТЕХНИКА**



г. Воронеж, площадь Детей, 1  
**ДВОРЕЦ ДЕТЕЙ И МОЛОДЕЖИ**  
 СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ФОРУМ-ВЫСТАВКА  
**СТРОИТЕЛЬСТВО**  
**ЖКХ 26-27.10.2017**



Правительство  
Воронежской области



Союз строителей  
Воронежской области



ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ  
ПАЛАТА  
ВОРОНЕЖСКОЙ  
ОБЛАСТИ



РОССИЙСКИЙ СОЮЗ СТРОИТЕЛЕЙ



**Вета**  
ЭКСПО

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

[stroy@veta.ru](mailto:stroy@veta.ru)

**ВМ технологии. Лучшие практики**

**Развитие ЖКХ. Передовой опыт ЦЧР**

**Осенняя распродажа недвижимости**

**Строительные материалы  
и оборудование**

**ВСЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ  
КОМПАНИИ  
НА ОДНОЙ ПЛОЩАДКЕ  
ЖКХ. ГОТОВИМСЯ  
К ЗИМЕ**

**ПО ВОПРОСАМ УЧАСТИЯ И ПАРТНЕРСТВА тел.: +7(473) 251-20-12**



INTERNATIONAL  
ASSOCIATION OF  
FOUNDATION  
CONTRACTORS

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ  
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

**14-15 НОЯБРЯ / 2018**

**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**  
**«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА**  
**ФУНДАМЕНТОВ НА**  
**МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ»**

**Место проведения:**

Москва, Дизайн Отель, конференц-зал «Galaxy» (ст. метро «ВДНХ»)

[www.fc-union.com](http://www.fc-union.com), [info@fc-union.com](mailto:info@fc-union.com), тел.: +7 (495) 66-55-014, моб.: +7 916 36-857-36